

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月21日
Date of Application:

出願番号 特願2002-337788
Application Number:

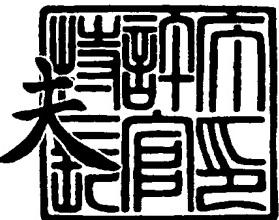
[ST. 10/C] : [JP2002-337788]

出願人 コニカミノルタホールディングス株式会社
Applicant(s):

2003年 8月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康泰



【書類名】 特許願
【整理番号】 DTM00950
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G03B 27/58
F16C 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2970 番地 コニカ株式会社内
【氏名】 木村 徹

【特許出願人】

【識別番号】 000001270
【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100107272

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 敬二郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100109140
【弁理士】
【氏名又は名称】 小林 研一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 052526
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0101340
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ装置用光学系、光ピックアップ装置及び対物レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも 1 つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の光路差を生じる輪帯構造を、少なくとも 1 つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズと同じ設計波長、同じ材料、同じ焦点距離、同じ像側開口数、同じ倍率、同じレンズ厚さ、及び同じバックフォーカスを有し、かつ、前記輪帯構造を持たない屈折レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から 10 nm 長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を ΔSAR とし、前記対物レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から 10 nm 長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を ΔSAD としたとき、次式を満足することを特徴とする光ピックアップ装置用光学系。

$$\Delta SAR > \Delta SAD$$

(1)

【請求項 2】 前記対物レンズに形成された輪帯構造は、回折作用により互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じる回折構造であって、前記対物レンズは、屈折作用と回折作用とにより形成された集光波面を射出することを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項 3】 前記対物レンズに形成された輪帯構造は、隣接する輪帯同士

がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造であって、前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出することを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項4】 前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成されたことを特徴とする請求項3に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項5】 色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるようになされた輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記輪帯構造により、前記対物レンズを透過する波面に付加される光路差が、光軸からの高さ h (mm) の関数として、

$$\Phi_b = b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots \quad (2)$$

(ただし、 b_2 、 b_4 、 b_6 、……はそれぞれ2次、4次、6次、……の光路差関数係数であり、 b_4 、 b_6 、……のうち、 b_4 を含む少なくとも1つの光路差関数係数はゼロではない値を有する)

により定義される光路差関数 Φ_b で表されることを特徴とする光ピックアップ装置用光学系。

【請求項6】 $P_D = -2 \cdot b_2$ で定義される前記対物レンズに形成された前記輪帯構造の近軸パワー P_D (mm^{-1}) が、次式を満たすことを特徴とする請求項5に記載の光ピックアップ装置用光学系。

$$-0.02 < P_D < 0.02 \quad (3)$$

【請求項7】 色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるようく形成された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有すると共に、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面は、光軸を含み前記段差のない連続面とされた中央領域と、該中央領域の周囲を囲み前記段差が形成された周辺領域とに区分されることを特徴とする光ピックアップ装置用光学系。

【請求項8】 前記中央領域の直径を D_1 (mm) 、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径を D_2 (mm) としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項7に記載の光ピックアップ装置用光学系。

$$D_1 / D_2 > 0.2 \quad (4)$$

【請求項9】 色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造としての

輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出し、さらに、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成され、最も光軸に近い側に位置する輪帯の直径をD3（mm）とし、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD4（mm）としたとき、次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置用光学系。

$$D_3 / D_4 > 0.2 \quad (5)$$

【請求項10】 前記対物レンズは単レンズであることを特徴とする1乃至9のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項11】 前記対物レンズの像側開口数は0.7以上とされたことを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項12】 設計波長が500nm以下であることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項13】 前記対物レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SADとしたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

$$\Delta SAD < 0 \quad (6)$$

【請求項14】 前記対物レンズにその設計波長の光を、前記色収差補正素子を介して入射させた場合の波面収差に対する、前記対物レンズにその設計波長から10nm長い波長の光を、前記色収差補正素子を介して入射させた場合の波

面収差の変化量を $\Delta W F E 1$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項1乃至13のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

$$|\Delta W F E 1| < 0.03 \lambda_{rms} \quad (7)$$

【請求項15】 前記色収差補正素子に形成された輪帯構造は、回折作用により互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の光路差を生じる回折構造であって、前記色収差補正素子は、屈折作用と回折作用とにより形成された波面を射出することを特徴とする請求項7乃至14のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項16】 前記色収差補正素子を透過する波面に付加される光路差 Φ_b を、光軸からの高さ h (mm) の関数として、

$$\Phi_b = b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots \quad (8)$$

により定義される光路差関数 Φ_b で表すとき（ただし、 b_2 、 b_4 、 b_6 、……はそれぞれ2次、4次、6次、……の光路差関数係数である）、

$$P_D = -2 \cdot b_2 \quad (9)$$

で定義される前記輪帯構造の近軸パワー P_D (mm -1) が以下の条件を満足することを特徴とする請求項15に記載の光ピックアップ装置用光学系。

$$P_D > 0 \quad (10)$$

【請求項17】 前記色収差補正素子に形成された輪帯構造は、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造であって、前記色収差補正素子は、屈折作用により形成された波面を射出することを特徴とする請求項7乃至14のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項18】 前記色収差補正素子は、入射する発散光束の発散角を変換するカップリングレンズであることを特徴とする請求項1乃至17のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項19】 前記色収差補正素子は、入射する光束の径を変換するエキスパンダーレンズであることを特徴とする請求項1乃至17のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置用光学系。

【請求項20】 光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備え、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の光路差を生じる輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズと同じ設計波長、同じ材料、同じ焦点距離、同じ像側開口数、同じ倍率、同じレンズ厚さ、及び同じバックフォーカスを有し、かつ、前記輪帯構造を持たない屈折レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SARとし、前記対物レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SADとしたとき、次式を満足することを特徴とする光ピックアップ装置。

$$\Delta S A R > \Delta S A D$$

(1)

【請求項21】 前記対物レンズに形成された輪帯構造は、回折作用により互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じる回折構造であって、前記対物レンズは、屈折作用と回折作用とにより形成された集光波面を射出することを特徴とする請求項20に記載の光ピックアップ装置。**【請求項22】** 前記対物レンズに形成された輪帯構造は、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射

光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造であって、前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出することを特徴とする請求項20に記載の光ピックアップ装置。

【請求項23】 前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成されたことを特徴とする請求項22に記載の光ピックアップ装置。

【請求項24】 光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備え、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるよう形成された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記輪帯構造により、前記対物レンズを透過する波面に付加される光路差が、光軸からの高さ h (mm) の関数として、

$$\Phi_b = b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots \quad (2)$$

(ただし、 b_2 、 b_4 、 b_6 、……はそれぞれ2次、4次、6次、……の光路差関数係数であり、 b_4 、 b_6 、……のうち、 b_4 を含む少なくとも1つの光路差

関数係数はゼロではない値を有する)

により定義される光路差関数 Φ_b で表されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項25】 $P_D = -2 \cdot b_2$ で定義される前記対物レンズに形成された前記輪帯構造の近軸パワー P_D (mm^{-1}) が、次式を満たすことを特徴とする請求項24に記載の光ピックアップ装置。

$$-0.02 < P_D < 0.02 \quad (3)$$

【請求項26】 光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備え、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるようく形成された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有すると共に、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面は、光軸を含み前記段差のない連続面とされた中央領域と、該中央領域の周囲を囲み前記段差が形成された周辺領域とに区分されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項27】 前記中央領域の直径を D_1 (mm)、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径を D_2 (mm)としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項26に記載の光ピックアップ装置。

$$D_1 / D_2 > 0.2 \quad (4)$$

【請求項28】 光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させるこ

とによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備え、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造としての輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出し、さらに、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成され、最も光軸に近い側に位置する輪帯の直径をD3（mm）とし、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD4（mm）としたとき、次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$D_3 / D_4 > 0.2 \quad (5)$$

【請求項29】 前記対物レンズは単レンズであることを特徴とする20乃至28のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項30】 前記対物レンズの像側開口数は0.7以上とされたことを特徴とする請求項20乃至29のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項31】 設計波長が500nm以下であることを特徴とすることを特徴とする請求項20乃至30のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項32】 前記対物レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SADとしたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項20乃至31のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

$$\Delta SAD < 0 \quad (6)$$

【請求項33】 前記対物レンズにその設計波長の光を、前記色収差補正素子を介して入射させた場合の波面収差に対する、前記対物レンズにその設計波長から10nm長い波長の光を、前記色収差補正素子を介して入射させた場合の波面収差の変化量を△WFE1としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項20乃至32のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

$$|\Delta WFE1| < 0.03\lambda_{rms} \quad (7)$$

【請求項34】 前記色収差補正素子に形成された輪帯構造は、回折作用により互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の光路差を生じる回折構造であって、前記色収差補正素子は、屈折作用と回折作用とにより形成された波面を射出することを特徴とする請求項26乃至33のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項35】 前記色収差補正素子を透過する波面に付加される光路差Φ_bを、光軸からの高さh (mm) の関数として、

$$\Phi_b = b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots \quad (8)$$

により定義される光路差関数Φ_bで表すとき（ただし、b₂、b₄、b₆、……はそれぞれ2次、4次、6次、……の光路差関数係数である）、

$$P_D = -2 \cdot b_2 \quad (9)$$

で定義される前記輪帯構造の近軸パワーP_D (mm⁻¹) が以下の条件を満足することを特徴とする請求項34に記載の光ピックアップ装置。

$$P_D > 0 \quad (10)$$

【請求項36】 前記色収差補正素子に形成された輪帯構造は、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の

入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造であって、前記色収差補正素子は、屈折作用により形成された波面を射出することを特徴とする請求項26乃至33のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項37】 前記色収差補正素子は、入射する発散光束の発散角を変換するカップリングレンズであることを特徴とする請求項20乃至36のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項38】 前記色収差補正素子は、入射する光束の径を変換するエキスパンダーレンズであることを特徴とする請求項20乃至36のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項39】 前記色収差補正素子は、前記光源と前記前記対物レンズとの間の光路中に固定配置され、

前記光情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくとも一方を行う際に、アクチュエータにより前記対物レンズのみを光軸に垂直な方向に変位させて、所定のトラック上に前記光源からの光束を集光させることを特徴とする請求項20乃至38のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項40】 像側開口数が0.7以上である光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるようになされた輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有すると共に、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面は、光軸を含み前記段差のない連続面とされた中央領域と、該中央領域の周囲を囲み前記段差が形成された周辺領域とに区分されることを特徴とする対物レンズ。

【請求項41】 設計波長が500nm以下である光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるようになされた輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有すると共に、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面は、光軸を含み前記段差のない連続

面とされた中央領域と、該中央領域の周囲を囲み前記段差が形成された周辺領域とに区分されることを特徴とする対物レンズ。

【請求項42】 前記中央領域の直径をD1（mm）、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD2（mm）としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項40または41に記載の対物レンズ。

$$D_1 / D_2 > 0.2 \quad (11)$$

【請求項43】 さらに、次式を満たすことを特徴とする請求項42に記載の対物レンズ。

$$D_1 / D_2 > 0.3 \quad (12)$$

【請求項44】 前記対物レンズを透過する波面に付加される光路差Φbを、光軸からの高さh（mm）の関数として、

$$\Phi_b = b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots \quad (13)$$

により定義される光路差関数で表すとき（ただし、b2、b4、b6、……はそれぞれ2次、4次、6次、……の光路差関数係数である）、

$$P_D = -2 \cdot b_2 \quad (14)$$

で定義される前記輪帯構造の近軸パワーP_D（mm⁻¹）が以下の条件を満足することを特徴とする請求項40乃至43のいずれか1項に記載の対物レンズ。

$$-0.02 < P_D < 0.02 \quad (15)$$

【請求項45】 前記輪帯構造の近軸パワーP_Dはゼロであることを特徴とする請求項44に記載の対物レンズ。

【請求項46】 像側開口数が0.7以上である光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造としての輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出し、さらに、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接す

る輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成され、最も光軸に近い側に位置する輪帯の直径をD3（mm）とし、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD4（mm）としたとき、次式を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$D_3 / D_4 > 0.2 \quad (16)$$

【請求項47】 使用波長が500nm以下である光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造としての輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出し、さらに、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成され、最も光軸に近い側に位置する輪帯の直径をD3（mm）とし、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD4（mm）としたとき、次式を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$D_3 / D_4 > 0.2 \quad (17)$$

【請求項48】 前記対物レンズと同じ設計波長、同じ材料、同じ焦点距離、同じ像側開口数、同じ倍率、同じレンズ厚さ、及び同じバックフォーカスを有し、かつ、前記輪帯構造を持たない屈折レンズに、前記設計波長の光を入射させ

た場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SARとし、前記対物レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SADとしたとき、次式を満足することを特徴とする請求項40乃至47のいずれか1項に記載の対物レンズ。

$$\Delta S A R > \Delta S A D \quad (18)$$

【請求項49】 前記対物レンズは単レンズであることを特徴とする40乃至48のいずれか1項に記載の対物レンズ。

【請求項50】 前記対物レンズにその設計波長の光を入射させた場合の波面収差に対する、前記対物レンズにその設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合の波面収差の変化量を△WFE2としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項40乃至49のいずれか1項に記載の対物レンズ。

$$|\Delta W F E 2| < 0.03 \lambda_{rms} \quad (19)$$

【請求項51】 前記対物レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SADとしたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項40乃至50のいずれか1項に記載の対物レンズ。

$$\Delta S A D < 0 \quad (20)$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ピックアップ装置用光学系、光ピックアップ装置及び対物レンズに関し、特に、高密度な光情報記録又は再生を達成できる光ピックアップ装置用光学系、光ピックアップ装置及び対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、光ディスクはCD（コンパクトディスク）またはDVD（デジタル

バーサタイルディスク)で知られているように、音楽情報、映像情報の蓄積またはコンピューターデータの保存といった、デジタルデータの保存に広く使われている。更に、近年における情報化社会の到来とともに、これらの光ディスクの大容量化がより強く求められているという実情がある。

【0003】

ここで、光ディスクにおいて、単位面積あたりの記録容量（記録密度）の向上は、光ピックアップ装置用光学系から得られる集光スポットのスポット径を小さくすることで実現できる。このスポット径は、周知のように λ/NA （ただし、 λ は光源の波長、NAは対物レンズの像側開口数）に比例するので、スポット径を小さくするためには、光ピックアップ装置で使用される光源の短波長化、及び光ディスクに対向して配置される対物レンズの高開口数化が有効である。

【0004】

このうち、光源の短波長化に関しては、波長400nm程度のレーザ光を発生する青紫色半導体レーザの研究が進展を見せており、その実用化も近いといえる。ここで、光ピックアップ装置では、一般的に情報の再生時のレーザパワーよりも記録時のレーザパワーの方が大きいため、再生から記録に切り替える際に出力変化により中心波長が瞬時に数nmとぶ、いわゆるモードホッピング現象を起こす場合がある。かかるモードホッピング現象に起因して発生したデフォーカス誤差は、対物レンズをフォーカシング動作させることで除去できるが、対物レンズの色収差が補正されていないと、対物レンズをフォーカシング動作させるまでの数nsecの間は、デフォーカス誤差による記録不良等の不具合が生じる。対物レンズの軸上色収差は、それを通過する光束の光源波長が短くなるほど大きくなるので、光源波長が短くなるほどモードホッピング現象に起因した波面収差劣化は大きくなる傾向がある。以上の理由から、特に青紫色半導体レーザを光源として使用する光ピックアップ装置では、対物レンズの軸上色収差の補正が必要であるといえる。

【0005】

対物レンズの軸上色収差を簡単な構成で補正するための素子として、回折作用を利用した回折素子が公知である。青紫色半導体レーザを光源として使用する光

ピックアップ装置において、対物レンズの軸上色収差を補正するためのかかる回折素子を備えた光ピックアップ装置及び光ピックアップ装置用光学系が、以下の特許文献1乃至3に記載されている。

【特許文献1】

特開2001-256672号公報

【特許文献2】

特開2001-108894号公報

【特許文献3】

特開2002-082280号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記の特許文献1に記載された光ピックアップ装置は、青紫色半導体レーザ光源と対物レンズとの間の平行光束中に配置された回折素子により、対物レンズの軸上色収差を補正するものであり、特許文献2に記載された光ピックアップ装置用光学系は、青紫色半導体レーザ光源からの発散光束を平行光束に変換して対物レンズに導くためのコリメートレンズの光学面上に回折構造を形成して、その作用により、対物レンズの軸上色収差を補正するものであり、特許文献3に記載された光ピックアップ装置は、青紫色半導体レーザ光源と対物レンズとの間の平行光束中に配置されたエキスパンダーレンズの光学面上に回折構造を形成して、その作用により、対物レンズの軸上色収差を補正するものである。

【0007】

上記の光ピックアップ装置及び光ピックアップ装置用光学系では、色収差補正素子から射出されて対物レンズに向かう光束が、回折構造の作用により半導体レーザの波長が、光ピックアップ装置用光学系の設計波長より長くなる方向に変化した場合には収斂光束となり、半導体レーザの波長が、光ピックアップ装置用光学系の設計波長より短くなる方向に変化した場合には発散光束となるので、この特性を利用することで、対物レンズの軸上色収差を補正することができる。しかるに、このように、半導体レーザの波長変化により対物レンズに向かう光束の発散度が変化すると、対物レンズの倍率が変化するため球面収差が発生する。

【0008】

光ピックアップ装置において光源として使用される半導体レーザは、製造誤差により個体間に±10nm程度の波長差がある。上記の光ピックアップ装置及び光ピックアップ装置用光学系において、このように波長が、光ピックアップ装置用光学系の設計波長からずれた半導体レーザを使用する場合、対物レンズの倍率変化に伴って発生する球面収差を除去するため、コリメートレンズ位置や半導体レーザ位置の初期調整が必要となり、光ピックアップ装置の製造コストが増大する。

【0009】

特に、上記の問題は、一般的に光ピックアップ装置のコスト低減やコンパクト化を図るための一手法である高開口数の対物レンズの単レンズ化によって、より顕在化される傾向がある。単レンズでは、球面色収差は開口数の4乗に比例して増大する。そのため、コリメートレンズ位置の調整や半導体レーザ位置の初期調整で、上記の対物レンズの倍率変化に伴い発生した球面収差変化に加えて、対物レンズ自身に残留する球面色収差を補正する必要がある。また、高開口数の対物レンズの単レンズ化を実現するためには、光学面同士の光軸ずれに対するマージンを確保するため、高屈折率材料を使用するのが望ましい。

【0010】

ところが、一般的に高屈折率材料は低分散であるので、色収差補正素子で補正すべき軸上色収差量が大きくなる傾向がある。そのため、かかる高屈折率材料からなる対物レンズの軸上色収差を補正するためには、色収差補正素子から対物レンズに向かう光束の、半導体レーザの波長変化に伴う発散度変化を大きく設定する必要があり、この結果、波長が光ピックアップ装置用光学系の設計波長からずれた半導体レーザを使用する場合に、対物レンズの倍率変化が大きくなる。そのため、対物レンズの倍率変化に伴う球面収差の発生が大きくなり、コリメートレンズ位置の初期調整量や半導体レーザ位置の初期調整量が増大する。

【0011】

かかる問題に対し、色収差補正素子を、半導体レーザの波長が変化した場合にその球面収差（以降、入射光の波長が変化した場合の球面収差を球面色収差と呼

ぶ)が変化するような設計とすることで、上記の対物レンズの倍率変化に伴って発生する球面収差を打ち消すことは可能である。

【0012】

しかしながら、色収差補正素子に球面色収差が残存していると、製造誤差により波長が光ピックアップ装置用光学系の設計波長からずれた青紫色半導体レーザを使用した場合に、対物レンズのトラッキング駆動により光軸ズレが生じることで、無視できないコマ収差が発生し、良好なトラッキング特性が得られず記録又は再生不良が生じる恐れがある。

【0013】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであって、波長の短い青紫色光源を使用する光ピックアップ装置に搭載される光ピックアップ装置用光学系であって、入射する光の波長が変化した場合に、球面収差の発生が十分小さく、さらに、入射する光の波長が変化した場合に、対物レンズが色収差補正素子に対して光軸に垂直方向に偏芯した場合でもコマ収差の発生が十分小さい光ピックアップ装置用光学系を提供することを目的とする。さらに、この光ピックアップ装置用光学系に適用可能な対物レンズを提供することを目的とする。また、これらの光ピックアップ装置用光学系や対物レンズを搭載した光ピックアップ装置を提供することも本発明の目的である。

【0014】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の光ピックアップ装置用光学系は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の光路差を生じる輪

帶構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズと同じ設計波長、同じ材料、同じ焦点距離、同じ像側開口数、同じ倍率、同じレンズ厚さ、及び同じバックフォーカスを有し、かつ、前記輪帶構造を持たない屈折レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SARとし、前記対物レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SADとしたとき、次式を満足することを特徴とする。

$$\Delta S A R > \Delta S A D \quad (1)$$

【0015】

本発明の原理について説明する。図1(a)は、本発明に係わる光ピックアップ装置用光学系OSの断面図であり、図1(b)は、色収差補正素子の光学面の拡大図であり、図1(c)は、対物レンズの光学面の拡大図である。本発明に係わる光ピックアップ装置用光学系OSは、図1に示すように、図示しない青紫色半導体レーザ光源から射出され、図示しないコリメートレンズによりコリメートされた平行光束中に配置される色収差補正素子CAと、この色収差補正素子CAを介した光束を、光ディスクODの保護層DPを介して情報記録面DR上に集光する対物レンズOBJとから構成されている。

【0016】

色収差補正素子CAの光束入射面は、拡大図(図1(b))に示したように複数の輪帶に分割されており、互いに隣接する輪帶のうち、外側の輪帶を通過する光束の光路長は、内側の輪帶を通過する光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移されている。そして、この輪帶構造は、回折作用により互いに隣接する輪帶同士が、通過する所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じる回折構造であり、色収差補正素子CAは、入射する光の波長が長くなった場合に近軸パワーが大きくなる方向に変化するような近軸パワーの波長依存性を有する。そのため、入射光の波長が、設計波長λ₀から△λだけ長くなると色収差補正素子CAから射出される光束は収斂光束となり、逆に、入射光の

波長が、設計波長 λ_0 から $\Delta\lambda$ だけ短くなると色収差補正素子CAから射出される光束は発散光束となるので、対物レンズの軸上色収差を、この色収差補正素子CAにより補正することが可能である（光ピックアップ装置用光学系の断面図である図2（a）及びその収差図である図2（d）参照）。

【0017】

ところが、上述したように、半導体レーザの波長変化により対物レンズに向かう光束の発散度が変化すると、対物レンズの倍率が変化するため球面収差が発生する。例えば、光ピックアップ装置用光学系の断面図である図2（b）に示すように、光ピックアップ装置用光学系の設計波長 λ_0 より $\Delta\lambda$ だけ長い波長の青紫色半導体レーザを使用する場合、色収差補正素子CAから射出される光束は収斂光束となるので、対物レンズの倍率は大きくなる方向に変化する。そのため、対物レンズの球面収差はオーバー方向に変化する（図2（e）参照）。

【0018】

一方、光ピックアップ装置用光学系の断面図である図2（c）に示すように、光ピックアップ装置用光学系の設計波長 λ_0 より $\Delta\lambda$ だけ短い波長の青紫色半導体レーザを使用する場合、色収差補正素子CAから射出される光束は発散光束となるので、対物レンズの倍率は小さくなる方向に変化する。そのため、対物レンズの球面収差はアンダー方向に変化する（図2（f）参照）。

【0019】

かかる問題に対し、色収差補正素子CAの輪帯構造に、半導体レーザの波長が変化した場合にその球面収差が変化するような波長依存性を持たせることで、対物レンズの倍率変化に伴って発生する球面収差を打ち消すことが可能である。

【0020】

しかるに、色収差補正素子CAに球面色収差が残存していると、製造誤差により波長が光ピックアップ装置用光学系の設計波長からはずれた青紫色半導体レーザを使用した場合に、対物レンズのトラッキング駆動によりコマ収差が発生し、良好なトラッキング特性が得られない恐れがある。

【0021】

そこで、本発明による光ピックアップ装置用光学系OSの対物レンズOBJで

は、請求項1に記載のように、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣り合う輪帯同士が、所定の入射光に対して所定の光路差を生じるようになつて形成された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、同じ設計波長、同じ材料、同じ焦点距離、同じ像側開口数、同じ倍率、同じレンズ厚さ、及び同じバックフォーカスを有し、かつ、前記輪帯構造を持たない屈折レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SARとし、前記対物レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SADとしたとき、上記(1)式を満足するような球面収差の波長依存性を持たせたのである。尚、本明細書中で用いる「設計波長」とは、光学素子に対して倍率、温度、入射光束径等、全く同じ条件で様々な波長の光を入射させた場合に、収差が最小となる波長、或いは光学素子が回折構造を有する場合、回折効率が最大となる波長をいうものとする。

【0022】

上述の屈折レンズの球面収差の波長特性、及び、かかる輪帯構造が形成された対物レンズOBJの球面収差の波長特性を図示すると図3に示す球面収差図のようになる。ここで、設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量とは、図3に示されるように、設計波長 λ_0 nmの球面収差カーブを、その下端が、波長 $\lambda_0 + 10$ nmの球面収差カーブの下端と一致するように平行移動した際の球面収差カーブの上端と、波長 $\lambda_0 + 10$ nmの球面収差カーブの上端との幅を指す。その符号は、球面収差がオーバー側に変化する場合を正、アンダー側に変化する場合を負とする。尚、「球面収差カーブの上端」は、対物レンズOBJ(または屈折レンズ)の像側開口数によって決定される。

【0023】

図3(a)に示すように球面色収差が残留した対物レンズに、色収差補正素子CAを組み合わせて使用すると、図2(e)及び(f)に示されるような、色収

差補正素子C Aから対物レンズO B Jに向かう光束の発散度変化に伴い発生する球面収差により、対物レンズと色収差補正素子C Aとの合成系の球面色収差は、対物レンズ単体の球面色収差（図3（a））よりも更に大きくなる。

【0024】

これに対し、図3（b）乃至（d）に示すような球面収差の波長依存性を、輪帯構造の作用により対物レンズO B Jを持たせることで、対物レンズO B Jと色収差補正素子C Aとの合成系の球面色収差を比較的小さく抑えることが可能となる。

【0025】

特に、図3（d）に示すように、波長 $\lambda_0 + 10\text{ nm}$ におけるマージナル光線の球面収差がアンダー方向に変化するような波長依存性を持たせることで、すなわち、以下の（2）式を満たすようにすることで、半導体レーザの波長変化により、色収差補正素子C Aから対物レンズO B Jに向かう光束の発散度変化に伴い発生する球面収差を打ち消すことが可能となる。

$$\Delta SAD < 0 \quad (6)$$

【0026】

そして、色収差補正素子C Aから対物レンズO B Jに向かう光束の発散度変化に伴い発生する球面収差を打ち消す作用を、もっぱら対物レンズO B Jの輪帯構造にもたせることで、色収差補正素子C Aに残存する球面色収差を小さく設定できるので、製造誤差により波長が光ピックアップ装置用光学系の設計波長からはずれた青紫色半導体レーザを使用した場合でも、対物レンズのトラッキング駆動により発生するコマ収差を小さく抑えることができ、良好なトラッキング特性が得られる。

【0027】

請求項2に記載の光ピックアップ装置用光学系において、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、回折作用により互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じる回折構造であって、前記対物レンズは、屈折作用と回折作用とにより形成された集光波面を射出することを特徴とする。

【0028】

請求項3に記載の光ピックアップ装置用光学系において、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差附加構造であって、前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出することを特徴とする。すなわち、上述した輪帯構造は、回折構造に限らず光路差附加構造であって良く、それにより、回折構造の回折効率による光透過率の低下を回避しながらも同様の効果を得ることができる対物レンズを提供できる。

【0029】

対物レンズOBJとして、請求項2にあるように、回折作用により互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じる回折構造としての輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に形成して屈折作用と回折作用により形成された集光波面を射出するものや、請求項3にあるように、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差附加構造としての輪帯構造を少なくとも1つの光学面上に形成し、屈折作用により形成された集光波面を射出するものが好適である。

【0030】

特に、請求項3に記載の光ピックアップ装置用光学系の場合は、図4に示すように、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯RB1と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯RB2とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、第1の輪帯は、第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成するのが好ましく、これにより上記(1)式を満足するような球面収差の波長依存性を持たせることができる。

【0031】

よって、請求項4に記載の光ピックアップ装置用光学系においては、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移

して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成されたことを特徴とする。

【0032】

請求項5に記載の光ピックアップ装置用光学系は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるよう形成された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記輪帯構造により、前記対物レンズを透過する波面に付加される光路差が、光軸からの高さ h (mm) の関数として、

$$\Phi_b = b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots \quad (2)$$

(ただし、 b_2 、 b_4 、 b_6 、……はそれぞれ2次、4次、6次、……の光路差関数係数であり、 b_4 、 b_6 、……のうち、 b_4 を含む少なくとも1つの光路差関数係数はゼロではない値を有する)

により定義される光路差関数 Φ_b で表されることを特徴とする。

【0033】

上記(1)式を満足するように輪帯構造を、回折作用により互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じる回折構造として、対物レンズOBJの光学面上に形成する場合、上述した技術思想を別の表現で表すと、請求項5に記載のようになる。

【0034】

すなわち、対物レンズOBJの光学面上に形成された輪帯構造により、対物レンズOBJを透過する波面に付加される光路差が、光軸からの高さ h (mm) の関数として、上記(2)式で表されることが好ましいといえる。

【0035】

光路差関数の4次以上の光路差関数係数を使用すると、回折構造の球面収差の波長依存性を制御することができる。このとき、回折構造に入射する光の波長が長くなる方向に変化した場合に、対物レンズOBJの光学面をこのような構成とすることで、対物レンズOBJの球面収差の波長特性を図3(b)乃至(d)のようにすることができるので、対物レンズOBJと色収差補正素子CAとの合成系の球面色収差を比較的小さく抑えたり、半導体レーザの波長変化により、色収差補正素子CAから対物レンズOBJに向かう光束の発散度変化に伴い発生する球面収差を打ち消したりすることが可能となる。

【0036】

請求項6に記載の光ピックアップ装置用光学系において、

$$P_D = -2 \cdot b_2 \quad (3')$$

で定義される前記対物レンズに形成された前記輪帯構造の近軸パワー P_D (mm⁻¹) が、次式を満たすことを特徴とする。

$$-0.02 < P_D < 0.02 \quad (3)$$

【0037】

上記(3)式は、対物レンズの軸上色収差を補正する機能を、対物レンズOBJの光学面上に形成された輪帯構造にはほとんど持たせず、もっぱらその機能を色収差補正素子CAに持たせることを意味する。これにより、対物レンズOBJの光学面上に形成された輪帯構造の隣り合う輪帯の間隔が小さくなりすぎないので、微細な形状である輪帯構造のシェーディングによる透過率の低下を小さく抑えることができるとともに、かかる輪帯構造の作製を容易にすることができる。

【0038】

以上の作用をより一層達成するには、対物レンズOBJの光学面上に形成された輪帯構造の近軸パワー P_D はゼロとして、対物レンズの軸上色収差を補正する機能を対物レンズに形成した輪帯構造には持たせないことが好ましい。

【0039】

上記(2)、(3')、(3)式を満足するような回折構造を、対物レンズOBJの光学面上に形成する場合、上述した技術思想を別の表現で表すと、以下のようになる。

【0040】

すなわち、回折構造としての輪帯構造が形成された対物レンズOBJの光学面は、図5に示すように、光軸を含む中央領域INと、該中央領域INの周囲を囲む周辺領域OUTとに区分され、中央領域INは段差のない連続面として形成され、周辺領域OUTに回折構造としての輪帯構造が形成されることである。

【0041】

請求項7に記載の光ピックアップ装置用光学系は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるようになされた輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有すると共に、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面は、光軸を含み前記段差のない連続面とされた中央領域と、該中央領域の周囲を囲み前記段差が形成された周辺領域とに区分されることを特徴とする。

【0042】

上述したように、回折構造の球面収差の波長依存性を制御するためには、光路差関数の4次以上の光路差関数を使用する必要がある。そのため、対物レンズOBJを透過する波面に付加される光路差は、光軸からの高さが大きくなると急激に増大する。従って、透過波面に対してかかる光路差を付加するような回折構造を対物レンズOBJの光学面に形成する場合、光軸からの高さが大きい領域（周

辺領域O U T）において複数の輪帯段差が形成される。対物レンズO B Jの光学面をこのような構成とすることで、対物レンズO B Jの球面収差の波長特性を図3（b）乃至（d）のようにすることができるので、対物レンズO B Jと色収差補正素子C Aとの合成系の球面色収差を比較的小さく抑えたり、半導体レーザの波長変化により、色収差補正素子C Aから対物レンズO B Jに向かう光束の発散度変化に伴い発生する球面収差を打ち消したりすることが可能となる。

【0043】

請求項8に記載の光ピックアップ装置は、前記中央領域の直径をD 1（mm）、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD 2（mm）としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$D_1 / D_2 > 0.2 \quad (4)$$

【0044】

すなわち、図5において、中央領域I Nの直径をD 1（mm）、輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD 2（mm）としたとき、上記（4）式を満たすように対物レンズO B Jの光学面を構成することで、半導体レーザの波長変化により、色収差補正素子C Aから対物レンズO B Jに向かう光束の発散度変化に伴い発生する球面収差をより効果的に打ち消すことが可能となる。以上の効果をより一層達成するためには、さらに、次の（4'）式を満たすことが好ましい。

$$D_1 / D_2 > 0.3 \quad (4')$$

尚、以下の（4''）式を満たすと、更に好ましい。

$$D_1 / D_2 > 0.4 \quad (4'')$$

【0045】

請求項9に記載の光ピックアップ装置は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備えた光ピックアップ装置用光学系において、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光

軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造としての輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出し、さらに、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成され、最も光軸に近い側に位置する輪帯の直径をD3（mm）とし、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD4（mm）としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$D_3 / D_4 > 0.2 \quad (5)$$

【0046】

上記（1）式を満足するような輪帯構造を、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造として、対物レンズOBJの光学面上に形成する場合、上述した技術思想を別の表現で表すと、以下のようになる。

【0047】

すなわち、対物レンズに形成された輪帯構造は、図4に示すように、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、第1の輪帯は、第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成され、最も光軸に近い側に位置する輪帯の直径をD3（mm）とし、前記輪帯構造が

形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD4（mm）としたとき、上記（5）式を満たすことである。

【0048】

対物レンズOBJの光学面をこのような構成とすることで、対物レンズOBJの球面収差の波長特性を図3（b）乃至（d）のようにすることができるので、対物レンズOBJと色収差補正素子CAとの合成系の球面色収差を比較的小さく抑えたり、半導体レーザの波長変化により、色収差補正素子CAから対物レンズOBJに向かう光束の発散度変化に伴い発生する球面収差を打ち消したりすることが可能となる。

【0049】

以上の効果をより一層達成するためには、さらに、次の（5'）式を満たすことが好ましい。

$$D3/D4 > 0.25 \quad (5')$$

【0050】

請求項10に記載の光ピックアップ装置用光学系において、前記対物レンズは単レンズであると、上述した本発明の作用効果をより一層効果的なものとすることができる。

【0051】

請求項11に記載の光ピックアップ装置用光学系において、前記対物レンズの像側開口数（単に開口数ともいう）は0.7以上とすると、本発明の技術効果をより一層効果的なものとすることができます。

【0052】

請求項12に記載の光ピックアップ装置用光学系において、設計波長が500nm以下であると、本発明の作用効果をより一層効果的なものとすることができます。

【0053】

例えば0.7以上の高開口数の対物レンズを使用する光ピックアップ装置においても、従来のように対物レンズを単レンズとするのが好ましい。ところが、単レンズでは、球面色収差は開口数の4乗に比例して増大するので、対物レンズに

残留する球面色収差は大きくなる。また、高開口数の対物レンズの単レンズ化を実現するためには、光学面同士の光軸ずれに対するマージンを確保するため、高屈折率材料を使用するのが好ましいが、一般的に高屈折率材料は低分散であるので、色収差補正素子で補正すべき軸上色収差量が大きくなる。そのため、かかる高屈折率材料からなる対物レンズの軸上色収差を補正するためには、色収差補正素子から対物レンズに向かう光束の、半導体レーザの波長変化に伴う発散度変化を大きく設定する必要がある。それにより、波長が光ピックアップ装置用光学系の設計波長からはずれた半導体レーザを使用する場合に、対物レンズの倍率変化が大きくなるので、それに伴う球面収差の発生が大きくなる。

【0054】

しかるに、本発明による光ピックアップ装置用光学系OSの対物レンズOBJは、請求項1、5、7及び9に記載のような構成とされているので、対物レンズOBJを高開口数の単レンズとし、さらには、設計波長が500nm以下である場合でも、半導体レーザの波長変化により、色収差補正素子CAから対物レンズOBJに向かう光束の発散度変化に伴い発生する球面収差を打ち消すことが可能となるとともに、色収差補正素子CAに残存する球面色収差を小さく設定できるので、製造誤差により波長が光ピックアップ装置用光学系の設計波長からはずれた青紫色半導体レーザを使用した場合でも、対物レンズのトラッキング駆動により発生するコマ収差を小さく抑えることができ、良好なトラッキング特性が得られる。

【0055】

請求項13に記載の光ピックアップ装置用光学系において、前記対物レンズに前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SADとしたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$\Delta SAD < 0 \quad (6)$$

【0056】

請求項14に記載の光ピックアップ装置用光学系において、前記対物レンズにその設計波長の光を、前記色収差補正素子を介して入射させた場合の波面収差に対する、前記対物レンズにその設計波長から10nm長い波長の光を、前記色収

差補正素子を介して入射させた場合の波面収差の変化量を ΔWFE_1 としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$|\Delta WFE_1| < 0.03 \lambda_{rms} \quad (7)$$

【0057】

以上述べたような構成とされた光ピックアップ装置用光学系OSでは、対物レンズOBJにその設計波長の光を、色収差補正素子CAを介して入射させた場合の波面収差に対する、対物レンズOBJにその設計波長から10nm長い波長の光を、色収差補正素子CAを介して入射させた場合の波面収差の変化量を ΔWFE_1 が次の上記(7)式を満たすのが好ましい。

【0058】

これにより、波長が光ピックアップ装置用光学系の設計波長からはずれた半導体レーザを使用する場合でも、コリメートレンズ位置の初期調整量や半導体レーザ位置の初期調整量を小さくすることができる。特に、 $|\Delta WFE_1|$ の値をほぼゼロとすると、かかるコリメートレンズ位置の初期調整や半導体レーザ位置の初期調整を不要とすることができるので、光ピックアップ装置の製造工数及び製造コストを大幅に低減することが可能となる。

【0059】

以上述べたような構成とされた対物レンズOBJにおいては、輪帶構造の作用により球面色収差を故意に変化させているが、球面色収差の変化量を大きく設定しすぎると、対物レンズOBJ単体の取り扱いが困難となる。そこで、対物レンズOBJにその設計波長の光を入射させた場合の波面収差に対する、対物レンズOBJにその設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合の波面収差の変化量を ΔWFE_2 としたとき、次の(7')式を満たすのが好ましい。

$$|\Delta WFE_2| < 0.03 \lambda_{rms} \quad (7')$$

【0060】

対物レンズOBJ単体の球面色収差に関して、(7')式で規定される関係を満足しつつ、対物レンズOBJと色収差補正素子CAとの合成系の球面色収差を、実使用上許容される範囲になるように補正することで、対物レンズOBJ単体と合成系との両方の取り扱いを容易にすることができる。

【0061】

請求項15に記載の光ピックアップ装置用光学系において、前記色収差補正素子に形成された輪帯構造は、回折作用により互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の光路差を生じる回折構造であって、前記色収差補正素子は、屈折作用と回折作用とにより形成された波面を射出することを特徴とする。

【0062】

請求項16に記載の光ピックアップ装置用光学系において、前記色収差補正素子を透過する波面に付加される光路差 Φ_b を、光軸からの高さ h （mm）の関数として、

$$\Phi_b = b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots \quad (8)$$

により定義される光路差関数 Φ_b で表すとき（ただし、 b_2 、 b_4 、 b_6 、……はそれぞれ2次、4次、6次、……の光路差関数係数である）、

$$P_D = -2 \cdot b_2 \quad (9)$$

で定義される前記輪帯構造の近軸パワー P_D （mm⁻¹）が以下の条件を満足することを特徴とする。

$$P_D > 0 \quad (10)$$

【0063】

請求項17に記載の光ピックアップ装置用光学系において、前記色収差補正素子に形成された輪帯構造は、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造であって、前記色収差補正素子は、屈折作用により形成された波面を射出することを特徴とする。

【0064】

色収差補正素子CAとして、上述したような、回折作用により互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じる回折構造としての輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に形成して屈折作用と回折作用により形成された波面を射出するもの以外に、請求項17にあるような、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射

光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造としての輪帯構造を少なくとも1つの光学面上に形成し、屈折作用により形成された波面を射出するもの好適である。これにより、回折構造の回折効率による光透過率の低下を回避しながらも同様の効果を得ることができる色収差補正素子CAを提供できる

【0065】

ここで、前者の場合には、色収差補正素子CAを透過する波面に付加される光路差 Φ_b を、光軸からの高さ h (mm) の関数として、上記(8)式により定義される光路差関数 Φ_b で表すとき、上記(9)式で定義される色収差補正素子CAに形成された輪帯構造の近軸パワー P_D (mm^{-1}) が上記(10)式を満たすことで、色収差補正素子CAに、色収差補正素子CAは入射する光の波長が長くなった場合に近軸パワーが大きくなる方向に変化するような近軸パワーの波長依存性を持たせることができるので、対物レンズOBJの軸上色収差を良好に補正することができる。

【0066】

また、色収差補正素子CAは輪帯構造を2つ以上の光学面上に有することが好ましい。これにより、対物レンズOBJの軸上色収差補正量を2つ以上の光学面の輪帯構造に分担することができるので、隣り合う輪帯同士の間隔を広げることができます。その結果、輪帯構造の形状誤差による色収差補正素子CAの透過率の低下が小さくなるので、色収差補正素子CAの透過率を向上することが可能となる。

【0067】

請求項18に記載の光ピックアップ装置用光学系において、前記色収差補正素子は、入射する発散光束の発散角を変換するカップリングレンズであることを特徴とする。

【0068】

請求項19に記載の光ピックアップ装置用光学系において、前記色収差補正素子は、入射する光束の径を変換するエキスパンダーレンズであることを特徴とする。

【0069】

光ピックアップ装置用光学系OSに適用可能な色収差補正素子CAとして、図7に示すように、図示しない青紫色半導体レーザ光源から射出された発散光束の発散角を変換して対物レンズOBJに導くカップリングレンズCULや、図8に示すように、図示しないコリメートレンズによりコリメートされた平行光束の径を変換して対物レンズOBJに導くエキスパンダーレンズEXPを用いてもよい。

【0070】

また、図1の光ピックアップ装置用光学系OSでは、色収差補正素子CAの回折構造を平面上に形成しているが、凹面または凸面上に形成してもよい。特に、図9に示すように、かかる回折構造を凹面上に形成する場合は、上述の(9)式で表される回折構造の近軸パワーと、凹面の屈折面としての屈折パワーの絶対値をほぼ同じにして、その符号を逆にすると、色収差補正素子CAに入射する光束径と色収差補正素子CAから射出される光束径とをほぼ同じにすることができる。このとき、かかる回折構造を光軸を含む断面で見ると、図9の拡大図に示されるように、各輪帶構造が階段状となる。

【0071】

以上の説明では、対物レンズOBJを単レンズとしたが、光ピックアップ装置用光学系OSに適用可能な対物レンズとして、図6に示すように、対物レンズOBJにおける輪帶構造の機能と集光レンズとしての機能を別々のレンズ(E1及びE2)に分離して、それぞれのレンズのフランジ部の接合部により嵌合・接着することで一体化した対物レンズを用いてもよい。この場合、輪帶構造の機能を有するレンズE1の近軸パワーをほぼゼロとしてその光学面の曲率半径を大きく設定し、対物レンズとしての集光作用をもっぱら集光レンズE2に持たせるのが好ましい。これにより、微細な形状である輪帶構造のシェーディングによる透過率の低下を小さく抑えることができるとともに、かかる輪帶構造の作製を容易にすることができます。また、図6では、レンズE1とレンズE2とを、フランジ部の接合部により嵌合・接着することで一体化したが、鏡胴などの別部材によりレンズE1とレンズE2とを一体化してもよい。

【0072】

更に、対物レンズOBJをプラスチックレンズとすると、射出成形により微細な構造である輪帯構造を高精度に形成することができるので好ましい。また、対物レンズOBJをガラスレンズとする場合は、ガラス転移点Tgが400°C以下のガラスレンズとし、金型を用いた成形法で作製するのが好ましい。これにより、通常の成形用のガラスレンズ（Tgは530°C前後）よりも低い温度での成形が可能となるので、成形時間の短縮や金型の長寿命化等に関して有利となり、結果として対物レンズの低コスト化を実現できる。このようなガラスレンズとして、住田光学ガラス社製のPG375（商品名）やPG325（商品名）等がある。

【0073】

請求項20に記載の光ピックアップ装置は、

光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備え、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の光路差を生じる輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズと同じ設計波長、同じ材料、同じ焦点距離、同じ像側開口数、同じ倍率、同じレンズ厚さ、及び同じバックフォーカスを有し、かつ、前記輪帯構造を持たない屈折レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SARとし、前記対物レンズに、前

記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SADとしたとき、次式を満足することを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項1に記載の発明の作用効果と同様である。

$$\Delta SAR > \Delta SAD$$

(1)

【0074】

請求項21に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、回折作用により互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じる回折構造であって、前記対物レンズは、屈折作用と回折作用とにより形成された集光波面を射出することを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項2に記載の発明の作用効果と同様である。

【0075】

請求項22に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造であって、前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出することを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項3に記載の発明の作用効果と同様である。

【0076】

請求項23に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成されたことを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項4に記載の発明の作用効果と同様である。

【0077】

請求項24に記載の光ピックアップ装置は、

光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備え、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるよう形成された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記輪帯構造により、前記対物レンズを透過する波面に付加される光路差が、光軸からの高さ h (mm) の関数として、

$$\Phi_b = b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots \quad (2)$$

(ただし、 b_2 、 b_4 、 b_6 、……はそれぞれ2次、4次、6次、……の光路差関数係数であり、 b_4 、 b_6 、……のうち、 b_4 を含む少なくとも1つの光路差関数係数はゼロではない値を有する)

により定義される光路差関数 Φ_b で表されることを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項5に記載の発明の作用効果と同様である。

【0078】

請求項25に記載の光ピックアップ装置は、 $P_D = -2 \cdot b_2$ で定義される前記対物レンズに形成された前記輪帯構造の近軸パワー P_D (mm⁻¹) が、次式を満たすことを特徴とする。

$$-0.02 < P_D < 0.02 \quad (3)$$

本発明の作用効果は、請求項6に記載の発明の作用効果と同様である。

【0079】

請求項 26 に記載の光ピックアップ装置は、

光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備え、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも 1 つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるよう形成された輪帯構造を、少なくとも 1 つの光学面上に有すると共に、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面は、光軸を含み前記段差のない連続面とされた中央領域と、該中央領域の周囲を囲み前記段差が形成された周辺領域とに区分されることを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項 7 に記載の発明の作用効果と同様である。

【0080】

請求項 27 に記載の光ピックアップ装置は、前記中央領域の直径を D1 (mm) 、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径を D2 (mm) としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$D1 / D2 > 0.2 \quad (4)$$

本発明の作用効果は、請求項 8 に記載の発明の作用効果と同様である。

【0081】

請求項 28 に記載の光ピックアップ装置は、

光源と、

前記光源から射出された光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることによって情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用光学系と、を

有する光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置用光学系は、色収差補正素子と、前記色収差補正素子からの光束を集光する対物レンズとを備え、

前記色収差補正素子は、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、互いに隣接する輪帯のうち、外側の輪帯を通過した光束の光路長は、内側の輪帯を通過した光束の光路長よりも長くなるように、その境界において光軸方向に変移された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造としての輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出し、さらに、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成され、最も光軸に近い側に位置する輪帯の直径をD3（mm）とし、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD4（mm）としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$D_3 / D_4 > 0.2 \quad (5)$$

本発明の作用効果は、請求項9に記載の発明の作用効果と同様である。

【0082】

請求項29に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズは単レンズであることを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項10に記載の発明の作用効果と同様である。

【0083】

請求項30に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの像側開口数は0

. 7以上とされたことを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項11に記載の発明の作用効果と同様である。

【0084】

請求項31に記載の光ピックアップ装置は、設計波長が500nm以下であることを特徴とすることを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項12に記載の発明の作用効果と同様である。

【0085】

請求項32に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SADとしたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$\Delta SAD < 0 \quad (6)$$

本発明の作用効果は、請求項13に記載の発明の作用効果と同様である。

【0086】

請求項33に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズにその設計波長の光を、前記色収差補正素子を介して入射させた場合の波面収差に対する、前記対物レンズにその設計波長から10nm長い波長の光を、前記色収差補正素子を介して入射させた場合の波面収差の変化量を△WFE1としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$|\Delta WFE1| < 0.03 \lambda_{rms} \quad (7)$$

本発明の作用効果は、請求項14に記載の発明の作用効果と同様である。

【0087】

請求項34に記載の光ピックアップ装置は、前記色収差補正素子に形成された輪帯構造は、回折作用により互いに隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の光路差を生じる回折構造であって、前記色収差補正素子は、屈折作用と回折作用とにより形成された波面を射出することを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項15に記載の発明の作用効果と同様である。

【0088】

請求項35に記載の光ピックアップ装置は、前記色収差補正素子を透過する波

面に付加される光路差 Φb を、光軸からの高さ h （mm）の関数として、

$$\Phi b = b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots \quad (8)$$

により定義される光路差関数 Φb で表すとき（ただし、 b_2 、 b_4 、 b_6 、……はそれぞれ2次、4次、6次、……の光路差関数係数である）、

$$PD = -2 \cdot b_2 \quad (9)$$

で定義される前記輪帯構造の近軸パワー PD （mm-1）が以下の条件を満足することを特徴とする。

$$PD > 0 \quad (10)$$

本発明の作用効果は、請求項16に記載の発明の作用効果と同様である。

【0089】

請求項36に記載の光ピックアップ装置は、前記色収差補正素子に形成された輪帯構造は、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造であって、前記色収差補正素子は、屈折作用により形成された波面を射出することを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項17に記載の発明の作用効果と同様である。

【0090】

請求項37に記載の光ピックアップ装置は、前記色収差補正素子は、入射する発散光束の発散角を変換するカップリングレンズであることを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項18に記載の発明の作用効果と同様である。

【0091】

請求項38に記載の光ピックアップ装置は、前記色収差補正素子は、入射する光束の径を変換するエキスパンダーレンズであることを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項19に記載の発明の作用効果と同様である。

【0092】

請求項39に記載の光ピックアップ装置は、前記色収差補正素子は、前記光源と前記前記対物レンズとの間の光路中に固定配置され、

前記光情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくとも一方を行う際

に、アクチュエータにより前記対物レンズのみを光軸に垂直な方向に変位させて、所定のトラック上に前記光源からの光束を集光させることを特徴とする。このような場合に、上述した本発明の作用効果をより一層發揮することができる。

【0093】

請求項40に記載の対物レンズは、像側開口数が0.7以上である光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるようになされた輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有すると共に、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面は、光軸を含み前記段差のない連続面とされた中央領域と、該中央領域の周囲を囲み前記段差が形成された周辺領域とに区分されることを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項11に記載の発明の作用効果と同様である。

【0094】

請求項41に記載の対物レンズは、設計波長が500nm以下である光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士が所定の入射光に対して所定の次数の回折光を生じるようになされた輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有すると共に、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面は、光軸を含み前記段差のない連続面とされた中央領域と、該中央領域の周囲を囲み前記段差が形成された周辺領域とに区分されることを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項12に記載の発明の作用効果と同様である。

【0095】

請求項42に記載の対物レンズは、前記中央領域の直径をD1(mm)、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD2(mm)としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$D_1 / D_2 > 0.2 \quad (11)$$

本発明の作用効果は、請求項8に記載の発明の作用効果と同様である。

【0096】

請求項43に記載の対物レンズは、さらに、次式を満たすことを特徴とする。

$$D_1/D_2 > 0.3 \quad (12)$$

【0097】

請求項44に記載の対物レンズは、前記対物レンズを透過する波面に付加される光路差 Φ_b を、光軸からの高さ h (mm) の関数として、

$$\Phi_b = b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots \quad (1)$$

3)

により定義される光路差関数で表すとき（ただし、 b_2 、 b_4 、 b_6 、……はそれぞれ2次、4次、6次、……の光路差関数係数である）、

$$P_D = -2 \cdot b_2 \quad (14)$$

で定義される前記輪帯構造の近軸パワー P_D (mm-1) が以下の条件を満足することを特徴とする請求項40乃至43のいずれか1項に記載の対物レンズ。

$$-0.02 < P_D < 0.02 \quad (15)$$

本発明の作用効果は、請求項6に記載の発明の作用効果と同様である。

【0098】

請求項45に記載の対物レンズは、前記輪帯構造の近軸パワー P_D はゼロであることを特徴とする。

【0099】

請求項46に記載の対物レンズは、像側開口数が0.7以上である光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造としての輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出し、さらに、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する

輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成され、最も光軸に近い側に位置する輪帯の直径をD₃ (mm) とし、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD₄ (mm) としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$D_3 / D_4 > 0.2 \quad (16)$$

本発明の作用効果は、請求項9、11に記載の発明の作用効果と同様である。

【0100】

請求項47に記載の対物レンズは、使用波長が500nm以下である光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、

前記対物レンズは、微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣接する輪帯同士がその境界において互いに光軸方向に変移して形成されることで、所定の入射光に対して所定の光路差を生じる光路差付加構造としての輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有するとともに、

前記対物レンズは、屈折作用により形成された集光波面を射出し、さらに、前記対物レンズに形成された輪帯構造は、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも短くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第1の輪帯と、通過する光束の光路長が、内側に隣接する輪帯を通過する光束の光路長よりも長くなるようにその境界において光軸方向に変移して形成された第2の輪帯とを、少なくとも1つずつ有し、かつ、前記第1の輪帯は、前記第2の輪帯よりも光軸に近い側に形成され、最も光軸に近い側に位置する輪帯の直径をD₃ (mm) とし、前記輪帯構造が形成された前記対物レンズの光学面の最大有効径の直径をD₄ (mm) としたとき、次式を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$D_3 / D_4 > 0.2 \quad (17)$$

本発明の作用効果は、請求項9、12に記載の発明の作用効果と同様である。

【0101】

請求項48に記載の対物レンズは、前記対物レンズと同じ設計波長、同じ材料

、同じ焦点距離、同じ像側開口数、同じ倍率、同じレンズ厚さ、及び同じバックフォーカスを有し、かつ、前記輪帯構造を持たない屈折レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を $\Delta S A R$ とし、前記対物レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を $\Delta S A D$ としたとき、次式を満足することを特徴とする。

$$\Delta S A R > \Delta S A D \quad (18)$$

本発明の作用効果は、請求項1に記載の発明の作用効果と同様である。

【0102】

請求項49に記載の対物レンズは、単レンズであることを特徴とする。本発明の作用効果は、請求項10に記載の発明の作用効果と同様である。

【0103】

請求項50に記載の対物レンズは、前記対物レンズにその設計波長の光を入射させた場合の波面収差に対する、前記対物レンズにその設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合の波面収差の変化量を $\Delta W F E 2$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$|\Delta W F E 2| < 0.03 \lambda_{rms} \quad (19)$$

本発明の作用効果は、請求項14に記載の発明に関連して上述した。

【0104】

請求項51に記載の対物レンズは、前記対物レンズに、前記設計波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差に対する前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を $\Delta S A D$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする。

$$\Delta S A D < 0 \quad (20)$$

本発明の作用効果は、請求項13に記載の発明の作用効果と同様である。

【0105】

なお、本明細書において、回折構造が形成された光学面とは、光学素子の表面

、例えばレンズの表面に、レリーフを設けて、入射光束を回折させる作用を持つたせる面のことをいい、同一の光学面に回折の作用を生じる領域と生じない領域がある場合は、回折の作用を生じる領域をいう。また、回折構造とは、この回折を生じる領域のことをいう。レリーフの形状としては、例えば、光学素子の表面に、光軸を中心として略同心円状の輪帯として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば、各輪帯は鋸歯状、あるいは階段状のような形状が知られているが、そのような形状を含むものである。

【0106】

一般に、回折構造が形成された光学面からは、0次回折光、±1次回折光、±2次回折光、……、と無数の次数の回折光が生じるが、例えば、上記のような子午断面が鋸歯状となるレリーフを持つ回折面の場合は、特定の次数の回折効率を他の次数の回折効率よりも高くしたり、場合によっては、特定の1つの次数（例えば、+1次回折光）の回折効率をほぼ100%とするように、このレリーフの形状を設定することができる。

【0107】

なお、本明細書において、対物レンズとは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体（光ディスク）を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズを指し、広義にはそのレンズとともに、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に駆動されるレンズを指すものとする。従って、本明細書において、対物レンズの開口数及び像側開口数とは光情報記録媒体側の開口数であって、それぞれの光情報記録媒体の規格で規定されている開口数、あるいは、それぞれの光情報記録媒体に対して、使用する光源の波長に応じ、情報の記録／再生をするために必要なスポット径を得ることができる、回折限界性能を有する開口数を指すものとする。

【0108】

また、本明細書において、情報の記録とは、上記のような光情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録することをいう。また、本明細書において、情報の再生とは、上記のような光情報記録媒体の情報記録面上に記録された情報を再生することをいう。本発明による対物レンズは、記録だけあるいは再生だけを行うため

に用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用いられるものであってもよい。また、ある光情報記録媒体に対しては記録を行い、別の光情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、ある光情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の光情報記録媒体に対しては記録および再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

【0109】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による光ピックアップ装置用の対物レンズの実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。図10は、本実施の形態にかかる光ピックアップ光学系（対物レンズを備える）を含む光ピックアップ装置の概略構成図である。本発明に係わる光ピックアップ光学系OSを搭載した光ピックアップ装置PUは、図10に示すように光源となる半導体レーザLDを備えている。半導体レーザLDは、波長400nm程度の光束を射出するGaN系青紫色半導体レーザ、或いはSHG青紫色レーザである。この半導体レーザLDから射出された発散光束は、偏光ビームスプリッタBSを透過し、1/4波長板WPを経て円偏光の光束となった後、カップリングレンズCULで平行光束となる。この平行光束は色収差補正素子CAに入射される。色収差補正素子ACを経た光束は、絞りSTを経た後、対物レンズOBJによって光ディスクODの保護層DPを介して情報記録面DR上に集光スポットとして形成される。対物レンズOBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータACによってフォーカス方向及びトラッキング方向に駆動される。対物レンズOBJは光ディスクOD側の開口数が0.7以上とされており、フランジ部FLにより、光ピックアップ装置PUに精度よく取り付けることができる。

【0110】

情報記録面DRで情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOBJ、絞りST、色収差補正素子CAを透過した後、カップリングレンズCULにより収斂光束となる。この収斂光束は、1/4波長板WPにより直線偏光とされた後、偏光ビームスプリッタBSによって反射され、シリンドリカルレンズC

Y、凹レンズN Lを経ることによって非点収差が与えられ、光検出器P Dの受光面上に収束する。そして、光検出器P Dの出力信号に基づいて生成されたフォーカスエラー信号やトラッキングエラー信号を用いて光ディスクODに対して情報の記録及び／又は再生を行う。

【0111】

また、本発明に係わる光情報記録再生装置は、上述した光ピックアップ装置P Uと、光ディスクODをこの光ピックアップ装置により情報の記録／再生が可能に支持する図示しない光情報記録媒体支持手段とを有して構成されるものである。光情報記録媒体支持手段は、光ディスクODの中心部分を保持して回転操作する回転操作装置によって構成される。

【0112】

上述のように構成された光ピックアップ装置P U及び上述の光情報記録再生装置における光ピックアップ装置P Uにおいて、色収差補正素子C Aおよび対物レンズO B Jの少なくとも1つの光学面上には、請求項1、5、7、及び9に記載のような輪帯構造が形成されているので、製造誤差により波長が光ピックアップ装置用光学系の設計波長からずれた半導体レーザL Dを使用した場合でも、球面収差の発生が十分小さく、かつ、対物レンズO B Jのトラッキング駆動により発生するコマ収差を小さく抑えることができるので良好なトラッキング特性が得られる。

【0113】

(実施例)

次に、上述した光ピックアップ装置用光学系O Sとして好適な実施例を5例提示する。いずれの実施例においても、設計波長は407.5 nm、対物レンズO B Jの焦点距離は1.41 mm、対物レンズO B Jの像側開口数は0.85、対物レンズO B Jの入射瞳径は2.4 mmである。

【0114】

各実施例における非球面は、その面の頂点に接する平面からの変形量をX (m m)、光軸に垂直な方向の高さをh (mm)、曲率半径をr (mm)とするとき、次の数1で表される。ただし、 κ を円錐係数、A_{2i}を非球面係数とする。

【数1】

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)h^2/r^2}} + \sum_{i=2}^{10} A_{2i} h^{2i}$$

【0115】

また、各実施例における回折構造としての輪帯構造は、この輪帯構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、光軸に垂直な方向の高さを h (mm)、 b_{2j} を回折面係数（光路差関数係数ともいう）とするとき次の数2で定義される光路差関数 Φ_b (mm) で表される。

【数2】

$$\Phi_b = \sum_{j=1}^5 b_{2j} h^{2j}$$

【0116】

この光路差関数 Φ_b (mm) の値をもとに回折構造を形成する場合、光路差関数 Φ_b (mm) の値が設計波長 407.5 nm の n 倍（ただし、 n は自然数）変わると毎に輪帯を形成する。

【0117】

また、各実施例のレンズデータ表において、 r (mm) は曲率半径、 d (mm) は面間隔、 N_d は d 線における屈折率、 N_λ は設計波長 407.5 nm における屈折率、 v_d は d 線におけるアッベ数を表している。尚、これ以降（表のレンズデータ含む）において、10 のべき乗数（例えば 2.5×10^{-3} ）を、E（例えば $2.5 \times E-3$ ）を用いて表すものとする。

【0118】

(実施例1)

実施例1の光ピックアップ装置用光学系のレンズデータを表1に示す。本実施例は、図1に示した光ピックアップ装置用光学系OSとして好適なものであり、対物レンズOB_Jと、この対物レンズOB_Jと光源の平行光束中に配置された色収差補正素子CAとから構成されている。対物レンズOB_Jと色収差補正素子CAはともにプラスチックレンズである。なお、色収差補正素子CAは、その光束射出面（表1において第2面）の直径3.4mm内で無収差となるように設計されている。

【表1】

面番号	r(mm)	d(mm)	Nλ	νd	備考
0		∞			光源
1	∞	1.0000	1.52432	56.5	色収差
2	10.5793	5.0000			補正素子
3	0.9420	1.7900	1.55973	56.3	対物レンズ
4	-1.5600	0.3951			
5	∞	0.0875	1.61849	30.0	
6	∞				保護層

非球面係数

	第2面	第3面	第4面
κ	2.8829E+00	-7.0309E-01	-4.1966E+01
A4	-3.3511E-04	3.0595E-02	4.0869E-01
A6	-7.8408E-06	1.9867E-02	-1.0883E+00
A8	0.0000E+00	-1.6707E-02	1.8332E+00
A10	0.0000E+00	2.8862E-02	-2.2226E+00
A12	0.0000E+00	-5.5567E-03	1.6529E+00
A14	0.0000E+00	-1.2747E-02	-5.4699E-01
A16	0.0000E+00	3.6292E-03	0.0000E+00
A18	0.0000E+00	7.8493E-03	0.0000E+00
A20	0.0000E+00	-4.2883E-03	0.0000E+00

回折面係数

	第1面	第3面
b2	-2.4000E-02	0.0000E+00
b4	0.0000E+00	-2.5366E-03
b6	0.0000E+00	-5.8696E-04
b8	0.0000E+00	-2.9784E-04
b10	0.0000E+00	-2.7802E-04

【0119】

対物レンズOBJは、光束入射面（表1において第3面）に形成された回折構造としての輪帯構造の作用により、図11（a）に示すように、407.5±10 nmの波長範囲で球面色収差がほぼ完全に補正されている。これにより、色収差補正素子CAと組み合わせた系での球面色収差の発生を、図11（b）に示すように、比較的小さく抑えることができた。なお、波長417.5 nmに対する、対物レンズOBJの波面収差は0.006 λ rmsであり、波長417.5 n

mに対する、色収差補正素子CAと対物レンズOBJとの合成系の波面収差は0.051λrmsである。

【0120】

また、図11(a)及び(b)から、対物レンズOBJのバックフォーカスは波長417.5nmに対して約2.5μm長くなるが、色収差補正素子CAと組み合わせることで、波長変化に対するバックフォーカスの変化は、ほぼ完全に補正されていることがわかる。

【0121】

さらに、色収差補正素子CAに残存する球面色収差は、407.5±10nmの波長範囲で0.003λrms以下である。従って、407.5±10nmの波長範囲に対して、±0.5mmの対物レンズOBJと色収差補正素子CAとの光軸ずれにより発生するコマ収差はほぼゼロであり、良好なトラッキング特性が得られる。尚、本実施例における請求項に記載の値は、以下の通りである。

△SAD : 0.3μm

△SAR : 1.5μm

PD(OBJ) : 0

PD(CA) : 0.048

D1/D2 : 0.51 (但し、数2で表される光路差関数Φbが設計波長407.5nmの1倍変わる毎に輪帯を形成した場合)

|△WFE1| : 0.051λrms (但しλ (=417.5nm) は、光ピックアップ装置用光学系に入射する光の波長)

|△WFE2| : 0.006λrms (但しλ (=417.5nm) は、光ピックアップ装置用光学系に入射する光の波長)

【0122】

(実施例2)

実施例2の光ピックアップ装置用光学系のレンズデータを表2に示す。本実施例は、図1に示した光ピックアップ装置用光学系OSとして好適なものであり、対物レンズOBJと、この対物レンズOBJと光源の平行光束中に配置された色収差補正素子CAとから構成されている。対物レンズOBJと色収差補正素子C

Aはとともにプラスチックレンズである。なお、色収差補正素子CAは、その光束射出面（表2において第2面）の直径3.4mm内で無収差となるように設計されている。

【表2】

面番号	r(mm)	d(mm)	Nλ	νd	備考
0		∞			光源
1	∞	1.0000	1.52432	56.5	色収差 補正素子
2	10.5793	5.0000			
3	0.9391	1.7850	1.55973	56.3	対物レンズ
4	-1.5847	0.3950			
5	∞	0.0875	1.61849	30.0	保護層
6	∞				

非球面係数

	第2面	第3面	第4面
κ	2.8829E+00	-7.0381E-01	-4.8312E+01
A4	-3.3511E-04	3.1635E-02	4.0883E-01
A6	-7.8408E-06	1.9401E-02	-1.0956E+00
A8	0.0000E+00	-1.7914E-02	1.8288E+00
A10	0.0000E+00	2.8045E-02	-2.2173E+00
A12	0.0000E+00	-5.8701E-03	1.6528E+00
A14	0.0000E+00	-1.2782E-02	-5.4869E-01
A16	0.0000E+00	3.6542E-03	0.0000E+00
A18	0.0000E+00	7.8287E-03	0.0000E+00
A20	0.0000E+00	-4.3805E-03	0.0000E+00

回折面係数

	第1面	第3面
b2	-2.4000E-02	0.0000E+00
b4	0.0000E+00	-2.9894E-03
b6	0.0000E+00	-1.2574E-03
b8	0.0000E+00	-8.2790E-04
b10	0.0000E+00	-7.4868E-04

【0123】

対物レンズOBJは、光束入射面（表2において第3面）に形成された回折構造としての輪帶構造の作用により、図12(a)に示すように、波長407.5 + 10nmに対する球面収差がアンダーとなるようにしている。これにより、色収差補正素子CAと組み合わせた系において、半導体レーザの波長変化により、

色収差補正素子CAから対物レンズOBJに向かう光束の発散度変化に伴い発生する球面収差を図12（b）に示すように良好に打ち消している。なお、波長407.5+10nmに対する、対物レンズOBJの波面収差は0.063λrmsであり、波長407.5+10nmに対する、色収差補正素子CAと対物レンズOBJとの合成系の波面収差は0.008λrmsである。

【0124】

また、図12（a）及び（b）から、対物レンズOBJのバックフォーカスは波長417.5nmに対して約2.5μm長くなるが、色収差補正素子CAと組み合わせることで、波長変化に対するバックフォーカスの変化は、ほぼ完全に補正されていることがわかる。

【0125】

さらに、色収差補正素子CAに残存する球面色収差は、407.5±10nmの波長範囲で0.003λrms以下である。従って、407.5±10nmの波長範囲に対して、±0.5mmの対物レンズOBJと色収差補正素子CAとの光軸ずれにより発生するコマ収差はほぼゼロであり、良好なトラッキング特性が得られる。尚、本実施例における請求項に記載の値は、以下の通りである。

△SAD：-1.2μm

△SAR：1.4μm

PD(OBJ) : 0

PD(CA) : 0.048

D1/D2 : 0.49 (但し、数2で表される光路差関数Φbが設計波長407.5nmの1倍変わる毎に輪帶を形成した場合)

|△WFE1| : 0.008λrms (但しλ (=417.5nm) は、光ピックアップ装置用光学系に入射する光の波長)

|△WFE2| : 0.063λrms (但しλ (=417.5nm) は、光ピックアップ装置用光学系に入射する光の波長)

【0126】

(実施例3)

実施例3の光ピックアップ装置用光学系のレンズデータを表3に示す。本実施

例は、図1に示した光ピックアップ装置用光学系OSとして好適なものであり、対物レンズOBJと、この対物レンズOBJと光源の平行光束中に配置された色収差補正素子CAとから構成されている。対物レンズOBJはガラス転移点Tgが285°Cのガラスレンズ（住田光学ガラス社製、PG325）であり、色収差補正素子CAはプラスチックレンズである。なお、色収差補正素子CAは、その光束射出面（表3において第2面）の直径3.4mm内で無収差となるように設計されている。

【表3】

面番号	r(mm)	d(mm)	Nλ	νd	備考
0		∞			光源
1	∞	1.0000	1.52432	56.5	色収差 補正素子
2	13.4542	5.0000			
3	0.9019	1.7800	1.51843	70.5	対物レンズ
4	-1.2666	0.4066			
5	∞	0.0875	1.61849	30.0	保護層
6	∞				

非球面係数

	第2面	第3面	第4面
κ	6.4831E+00	-6.9234E-01	-2.7895E+01
A4	-3.4669E-04	3.1520E-02	4.0664E-01
A6	-9.0390E-06	1.8422E-02	-9.9835E-01
A8	0.0000E+00	-4.0669E-03	1.7165E+00
A10	0.0000E+00	1.4620E-02	-1.9142E+00
A12	0.0000E+00	-2.7612E-03	1.2168E+00
A14	0.0000E+00	-1.6964E-03	-3.3248E-01
A16	0.0000E+00	7.5312E-04	0.0000E+00
A18	0.0000E+00	6.5411E-04	0.0000E+00
A20	0.0000E+00	1.8600E-06	0.0000E+00

回折面係数

	第1面	第3面
b2	-1.9000E-02	0.0000E+00
b4	0.0000E+00	-1.8607E-03
b6	0.0000E+00	-6.5243E-04
b8	0.0000E+00	7.0143E-04
b10	0.0000E+00	-9.5303E-04

【0127】

対物レンズOBJは、光束入射面（表3において第3面）に形成された回折構造としての輪帶構造の作用により、図13（a）に示すように、407.5±10 nmの波長範囲で球面色収差がほぼ完全に補正されている。これにより、色収差補正素子CAと組み合わせた系での球面色収差の発生を、図13（b）に示すように、比較的小さく抑えた。なお、407.5+10 nmに対する、対物レンズOBJの波面収差は0.003 λ rmsであり、407.5+10 nmに対する、色収差補正素子CAと対物レンズOBJとの合成系の波面収差は0.041 λ rmsである。

【0128】

また、図13（a）及び（b）から、対物レンズOBJのバックフォーカスは波長417.5 nmに対して約2.0 μm長くなるが、色収差補正素子CAと組み合わせることで、波長変化に対するバックフォーカスの変化は、ほぼ完全に補正されていることがわかる。

【0129】

さらに、色収差補正素子CAに残存する球面色収差は、407.5±10 nmの波長範囲で0.002 λ rms以下である。従って、407.5±10 nmの波長範囲に対して、±0.5 mmの対物レンズOBJと色収差補正素子CAとの光軸ずれにより発生するコマ収差はほぼゼロであり、良好なトラッキング特性が得られる。尚、本実施例における請求項に記載の値は、以下の通りである。

△SAD : 0.0 μm

△SAR : 1.4 μm

PD(OBJ) : 0

PD(CA) : 0.038

D1/D2 : 0.55 (但し、数2で表される光路差関数Φbが設計波長407.5 nmの1倍変わる毎に輪帶を形成した場合)

|△WFE1| : 0.041 λ rms (但しλ (=417.5 nm) は、光ピックアップ装置用光学系に入射する光の波長)

|△WFE2| : 0.003 λ rms (但しλ (=417.5 nm) は、光ピックアップ装置用光学系に入射する光の波長)

【0130】

(実施例4)

実施例4の光ピックアップ装置用光学系のレンズデータを表4に示す。本実施例は、図7に示した光ピックアップ装置用光学系OSとして好適なものであり、対物レンズOBJと、光源から射出された発散光束を平行光束に変換するカップリングレンズCULとから構成されている。対物レンズOBJとカップリングレンズCULはともにプラスチックレンズである。なお、カップリングレンズCULは、その光束射出面（表4において第2面）の直径3.4mm内で無収差となるように設計されている。

【表4】

面番号	r(mm)	d(mm)	Nλ	νd	備考
0		11.1824			光源
1	-23.7756	1.0000	1.52432	56.5	カップリングレンズ
2	-10.7262	5.0000			
3	0.9391	1.7850	1.55973	56.3	対物レンズ
4	-1.5847	0.3950			
5	∞	0.0875	1.61849	30.0	保護層
6	∞				

非球面係数

	第2面	第3面	第4面
K	-2.2791E+00	-7.0381E-01	-4.8312E+01
A4	-2.1479E-04	3.1635E-02	4.0883E-01
A6	0.0000E+00	1.9401E-02	-1.0956E+00
A8	0.0000E+00	-1.7914E-02	1.8288E+00
A10	0.0000E+00	2.8045E-02	-2.2173E+00
A12	0.0000E+00	-5.8701E-03	1.6528E+00
A14	0.0000E+00	-1.2782E-02	-5.4869E-01
A16	0.0000E+00	3.6542E-03	0.0000E+00
A18	0.0000E+00	7.8287E-03	0.0000E+00
A20	0.0000E+00	-4.3805E-03	0.0000E+00

回折面係数

	第2面	第3面
b2	-2.7500E-02	0.0000E+00
b4	-5.1181E-05	-2.9894E-03
b6	0.0000E+00	-1.2574E-03
b8	0.0000E+00	-8.2790E-04
b10	0.0000E+00	-7.4868E-04

【0131】

対物レンズOBJは、光束入射面（表4において第3面）に形成された回折構造としての輪帯構造の作用により、図14（a）に示すように、波長407.5 + 10 nmに対する球面収差がアンダーとなるようにしている。これにより、カップリングレンズCULと組み合わせた系において、半導体レーザの波長変化により、カップリングレンズCULから対物レンズOBJに向かう光束の発散度変化に伴い発生する球面収差を図14（b）に示すように良好に打ち消している。なお、波長407.5 + 10 nmに対する、対物レンズOBJの波面収差は0.

0.63 λ rms であり、波長 407.5 + 10 nm に対する、カップリングレンズ CUL と対物レンズ OBJ との合成系の波面収差は 0.012 λ rms である。

【0132】

また、図 14 (a) 及び (b) から、対物レンズ OBJ のバックフォーカスは 波長 417.5 nm に対して約 2.5 μm 長くなるが、カップリングレンズ CUL と組み合わせることで、波長変化に対するバックフォーカスの変化は、ほぼ完全に補正されていることがわかる。

【0133】

さらに、カップリングレンズ CUL に残存する球面色収差は、407.5 ± 10 nm の波長範囲で 0.001 λ rms 以下である。従って、407.5 ± 10 nm の波長範囲に対して、±0.5 mm の対物レンズ OBJ とカップリングレンズ CUL との光軸ずれにより発生するコマ収差はほぼゼロであり、良好なトランクリング特性が得られる。尚、本実施例における請求項に記載の値は、以下の通りである。

△SAD : -1.2 μm

△SAR : 1.4 μm

PD (OBJ) : 0

PD (CA) : 0.055

D1/D2 : 0.49 (但し、数 2 で表される光路差関数 Φ b が設計波長 407.5 nm の 1 倍変わる毎に輪帯を形成した場合)

|△WFE1| : 0.012 λ rms (但し λ (= 417.5 nm) は、光ピックアップ装置用光学系に入射する光の波長)

|△WFE2| : 0.063 λ rms (但し λ (= 417.5 nm) は、光ピックアップ装置用光学系に入射する光の波長)

【0134】

(実施例 5)

本実施例の光ピックアップ装置用光学系のレンズデータを表 5 に示す。本実施例は、図 8 に示した光ピックアップ装置用光学系 OS として好適なものであり、

対物レンズOBJと、この対物レンズOBJと光源の平行光束中に配置され、平行光束の径を変換して対物レンズOBJに導くエキスパンダーレンズEXPとから構成されている。対物レンズOBJとエキスパンダーレンズEXPはともにプラスチックレンズである。なお、エキスパンダーレンズEXPは、その光束射出面（表5において第4面）の直径3.4mm内で無収差となるように設計されている。

【表5】

面番号	r(mm)	d(mm)	Nλ	νd	備考
0		∞			光源
1	-9.4493	0.8000	1.52432	56.5	
2	19.1557	1.5974			エキスパンダー レンズ
3	∞	1.0000	1.52432	56.5	
4	-25.4925	5.0000			
5	0.9391	1.7850	1.55973	56.3	対物レンズ
6	-1.5847	0.3950			
7	∞	0.0875	1.61849	30.0	保護層
8	∞				

非球面係数

	第1面	第2面	第4面	第5面	第6面
κ	-1.8278E-01	-4.6236E+00	-4.7427E-01	-7.0381E-01	-4.8312E+01
A4	2.8554E-05	-6.4537E-05	0.0000E+00	3.1635E-02	4.0883E-01
A6	1.1789E-05	9.4710E-06	0.0000E+00	1.9401E-02	-1.0956E+00
A8	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	-1.7914E-02	1.8288E+00
A10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	2.8045E-02	-2.2173E+00
A12	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	-5.8701E-03	1.6528E+00
A14	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	-1.2782E-02	-5.4869E-01
A16	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	3.6542E-03	0.0000E+00
A18	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	7.8287E-03	0.0000E+00
A20	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	-4.3805E-03	0.0000E+00

回折面係数

	第3面	第4面	第5面
b2	-1.2677E-02	-1.2322E-02	0.0000E+00
b4	0.0000E+00	0.0000E+00	-2.9894E-03
b6	0.0000E+00	0.0000E+00	-1.2574E-03
b8	0.0000E+00	0.0000E+00	-8.2790E-04
b10	0.0000E+00	0.0000E+00	-7.4868E-04

【0135】

対物レンズOBJは、光束入射面（表5において第5面）に形成された回折構造としての輪帯構造の作用により、図15（a）に示すように、波長 $407.5 + 10\text{ nm}$ に対する球面収差がアンダーとなるようにしている。これにより、エキスパンダーレンズEXPと組み合わせた系において、半導体レーザの波長変化により、エキスパンダーレンズEXPから対物レンズOBJに向かう光束の発散度変化に伴い発生する球面収差を図15（b）に示すように良好に打ち消している。なお、波長 $407.5 + 10\text{ nm}$ に対する、対物レンズOBJの波面収差は $0.063\lambda\text{ rms}$ であり、波長 $407.5 + 10\text{ nm}$ に対する、エキスパンダーレンズEXPと対物レンズOBJとの合成系の波面収差は $0.011\lambda\text{ rms}$ である。

【0136】

また、図15（a）及び（b）から、対物レンズOBJのバックフォーカスは波長 417.5 nm に対して約 $2.5\mu\text{m}$ 長くなるが、エキスパンダーレンズEXPと組み合わせることで、波長変化に対するバックフォーカスの変化は、ほぼ完全に補正されていることがわかる。

【0137】

さらに、エキスパンダーレンズEXPに残存する球面色収差は、 $407.5 \pm 10\text{ nm}$ の波長範囲で $0.002\lambda\text{ rms}$ 以下である。従って、 $407.5 \pm 10\text{ nm}$ の波長範囲に対して、 $\pm 0.5\text{ mm}$ の対物レンズOBJとエキスパンダーレンズEXPとの光軸ずれにより発生するコマ収差はほぼゼロであり、良好なトラッキング特性が得られる。尚、本実施例における請求項に記載の値は、以下の通りである。

$\Delta SAD : -1.2\mu\text{m}$

$\Delta SAR : 1.4\mu\text{m}$

$PD(OBJ) : 0$

$PD(CA) : 0.050$

$D1/D2 : 0.49$ (但し、数2で表される光路差関数 Φb が設計波長 407.5 nm の1倍変わる毎に輪帯を形成した場合)

$|\Delta WFE_1| : 0.011 \lambda rms$ (但し $\lambda (= 417.5 \text{ nm})$ は、光ピックアップ装置用光学系に入射する光の波長)

$|\Delta WFE_2| : 0.063 \lambda rms$ (但し $\lambda (= 417.5 \text{ nm})$ は、光ピックアップ装置用光学系に入射する光の波長)

尚、本実施例のように、その光路差関数が数2で表されるような回折構造としての輪帯構造が、色収差補正素子の2つ以上の光学面上に形成される場合、本明細書における輪帯構造の近軸パワーとは、(9)式で計算される各々の光学面上の輪帯構造の近軸パワー $P_D (mm-1)$ の和である。

【0138】

【発明の効果】

本発明によれば、波長の短い青紫色光源を使用する光ピックアップ装置に搭載される光ピックアップ装置用光学系であって、入射する光の波長が変化した場合に、球面収差の発生が十分小さく、さらに、入射する光の波長が変化した場合に、対物レンズが色収差補正素子に対して光軸に垂直方向に偏芯した場合でもコマ収差の発生が十分小さい光ピックアップ装置用光学系を提供することができる。さらに、この光ピックアップ装置用光学系に適用可能な対物レンズ、これらの光ピックアップ装置用光学系や対物レンズを搭載した光ピックアップ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1 (a) は、本発明に係わる光ピックアップ装置用光学系OSの断面図であり、図1 (b) は、色収差補正素子の光学面の拡大図であり、図1 (c) は、対物レンズの光学面の拡大図である。

【図2】

本発明にかかる光ピックアップ装置用光学系の概略断面図と球面収差図である。

【図3】

本発明にかかる光ピックアップ装置用光学系の球面収差の補正を説明するための図である。

【図4】

本発明にかかる光ピックアップ装置用光学系の光学素子を示す図であり、図4 (a) が正面図、図4 (b) が断面図である。

【図5】

本発明にかかる光ピックアップ装置用光学系の光学素子を示す図であり、図5 (a) が正面図、図5 (b) が断面図であり、図5 (c) が断面の一部拡大図である。

【図6】

本発明にかかる光ピックアップ装置用光学系を示す図であり、図6 (a) が正面図、図6 (b) が断面図であり、図6 (c) が断面の一部拡大図である。

【図7】

図7 (a) は、本発明に係わる光ピックアップ装置用光学系OSの断面図であり、図7 (b) は、色収差補正素子であるカップリングレンズの光学面の拡大図であり、図7 (c) は、対物レンズの光学面の拡大図である。

【図8】

図8 (a) は、本発明に係わる光ピックアップ装置用光学系OSの断面図であり、図8 (b) は、色収差補正素子であるエキスパンダーレンズの光学面の拡大図であり、図8 (c) は、対物レンズの光学面の拡大図である。

【図9】

図9 (a) は、本発明に係わる光ピックアップ装置用光学系OSの断面図であり、図9 (b) は、色収差補正素子の光学面の拡大図であり、図9 (c) は、対物レンズの光学面の拡大図である。

【図10】

本実施の形態にかかる光ピックアップ装置の構成を概略的に示す図である。

【図11】

実施例1にかかる光ピックアップ装置用光学系の対物レンズにおける球面収差図 (a) であり、実施例1にかかる光ピックアップ装置用光学系全体における球面収差図 (b) である。

【図12】



実施例 2 にかかる光ピックアップ装置用光学系の対物レンズにおける球面収差図（a）であり、実施例 2 にかかる光ピックアップ装置用光学系全体における球面収差図（b）である。

【図 1 3】

実施例 3 にかかる光ピックアップ装置用光学系の対物レンズにおける球面収差図（a）であり、実施例 3 にかかる光ピックアップ装置用光学系全体における球面収差図（b）である。

【図 1 4】

実施例 4 にかかる光ピックアップ装置用光学系の対物レンズにおける球面収差図（a）であり、実施例 4 にかかる光ピックアップ装置用光学系全体における球面収差図（b）である。

【図 1 5】

実施例 5 にかかる光ピックアップ装置用光学系の対物レンズにおける球面収差図（a）であり、実施例 5 にかかる光ピックアップ装置用光学系全体における球面収差図（b）である。

【符号の説明】

P U 光ピックアップ装置

O B J 対物レンズ

C U L カップリングレンズ

L D 半導体レーザ

A C アクチュエータ

S T 絞り

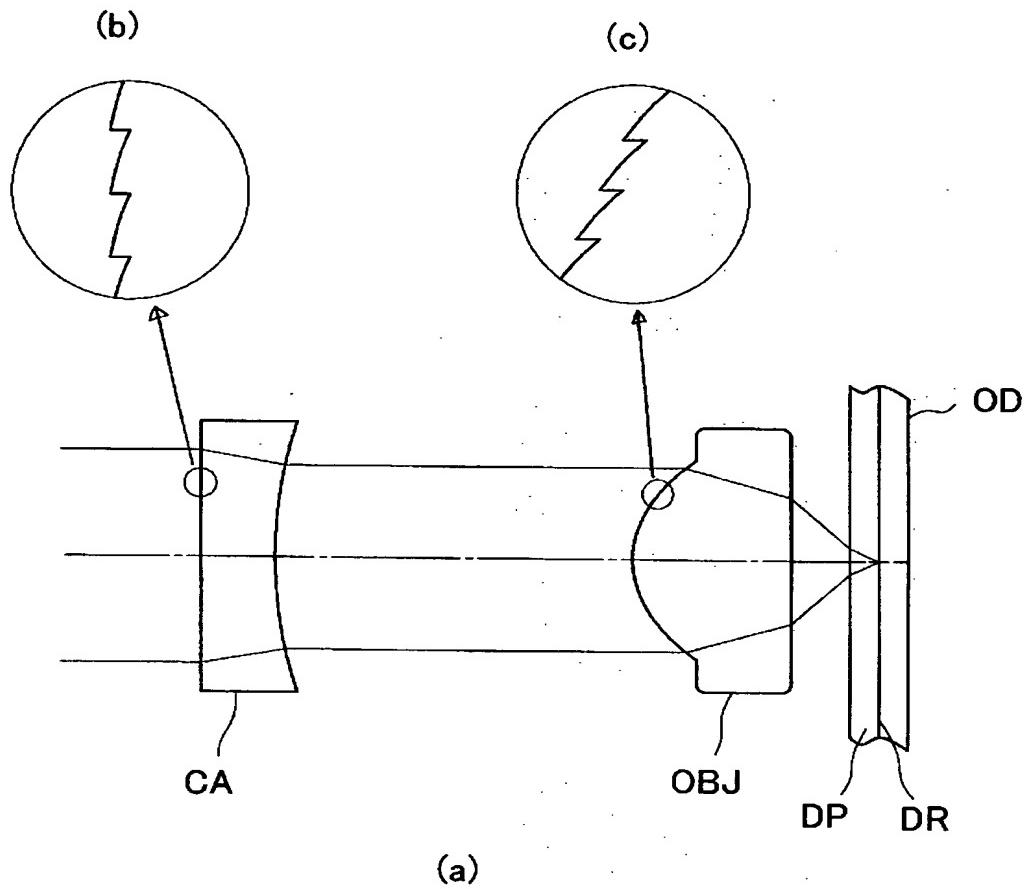
P D 光検出器

O D 光ディスク

【書類名】

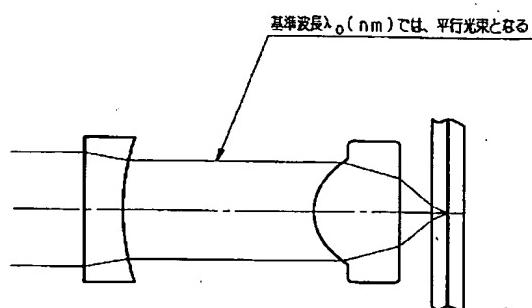
図面

【図1】

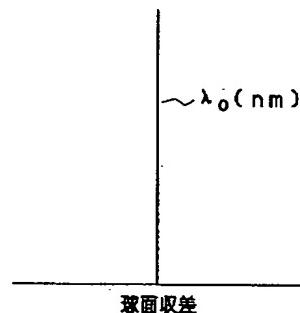


【図2】

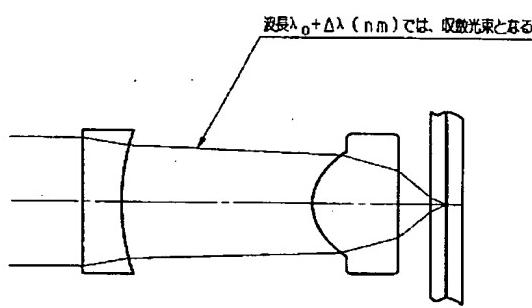
(a)



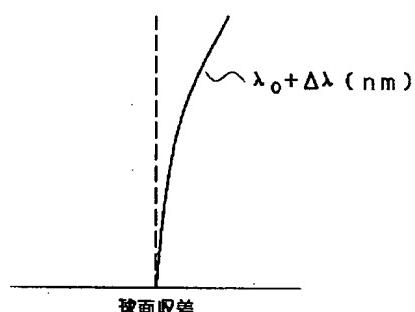
(d)



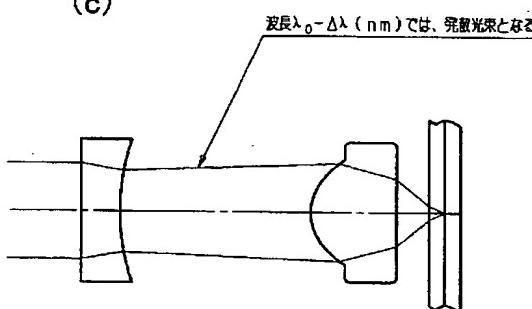
(b)



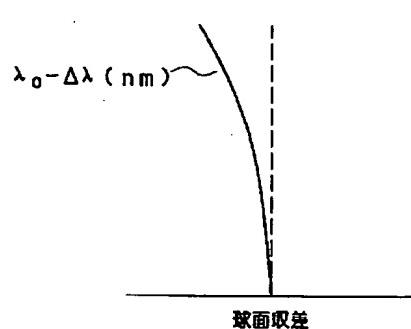
(e)



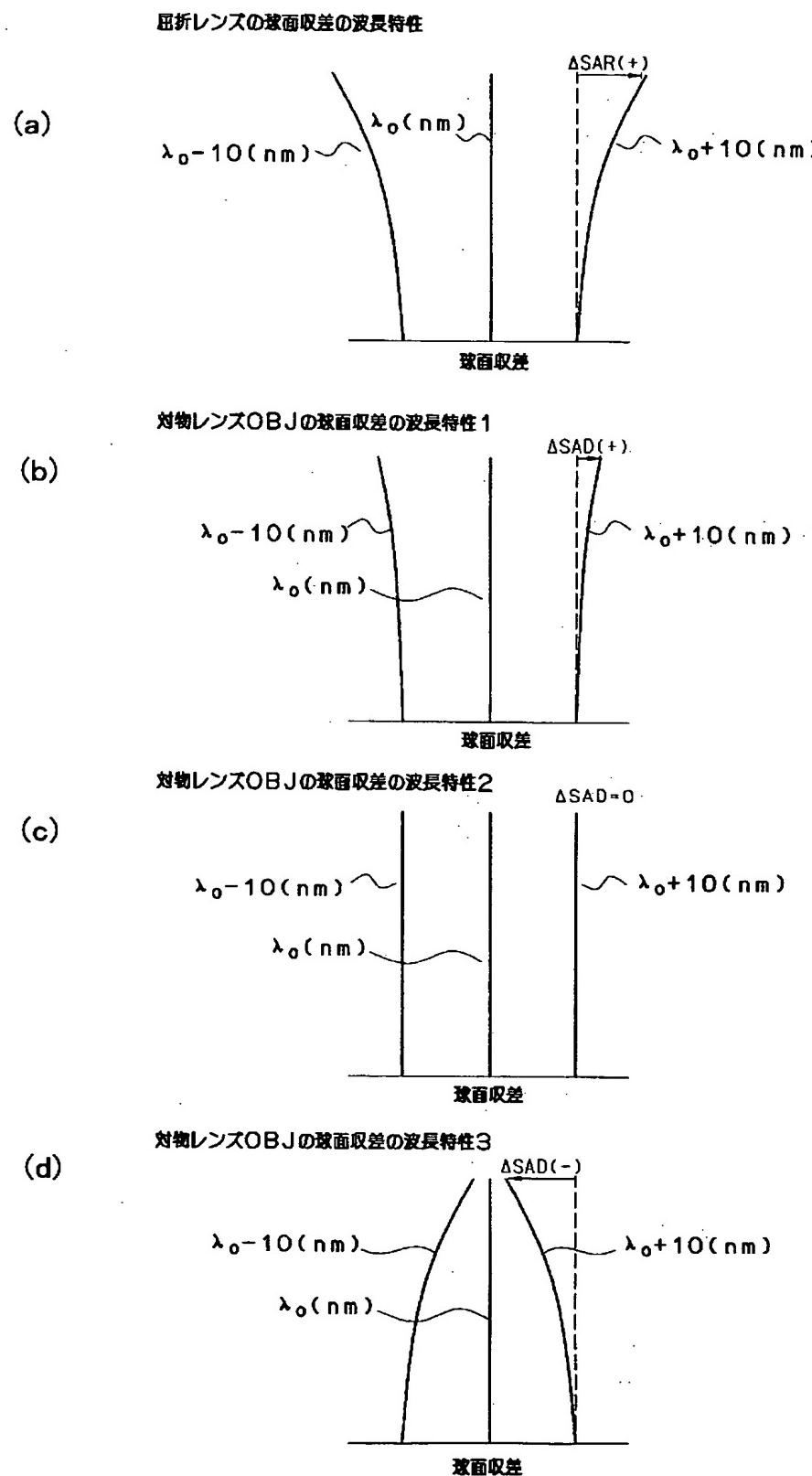
(c)



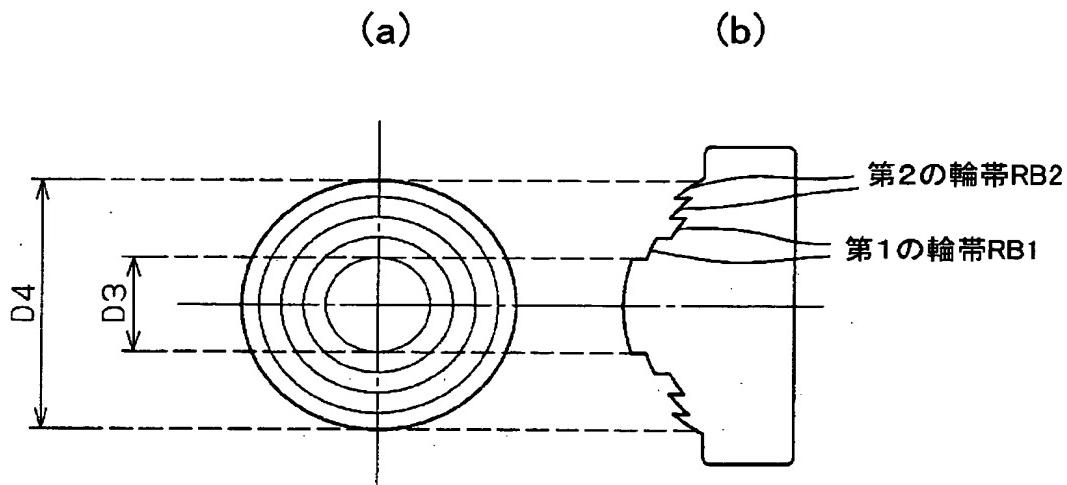
(f)



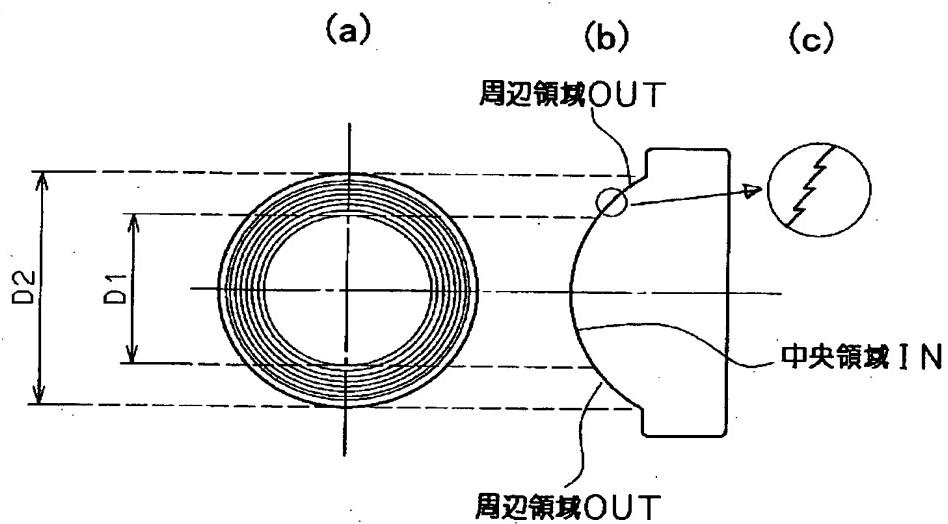
【図3】



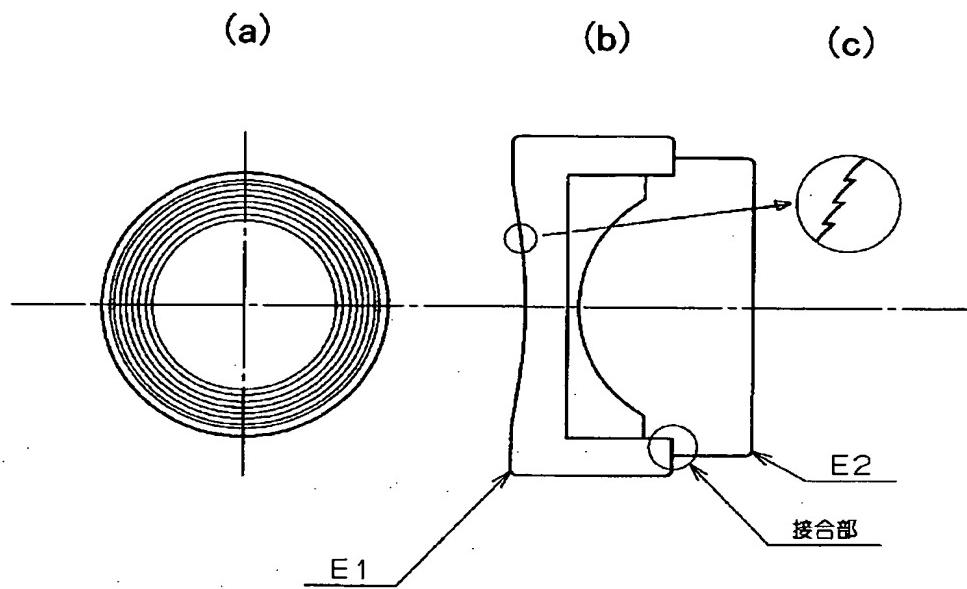
【図4】



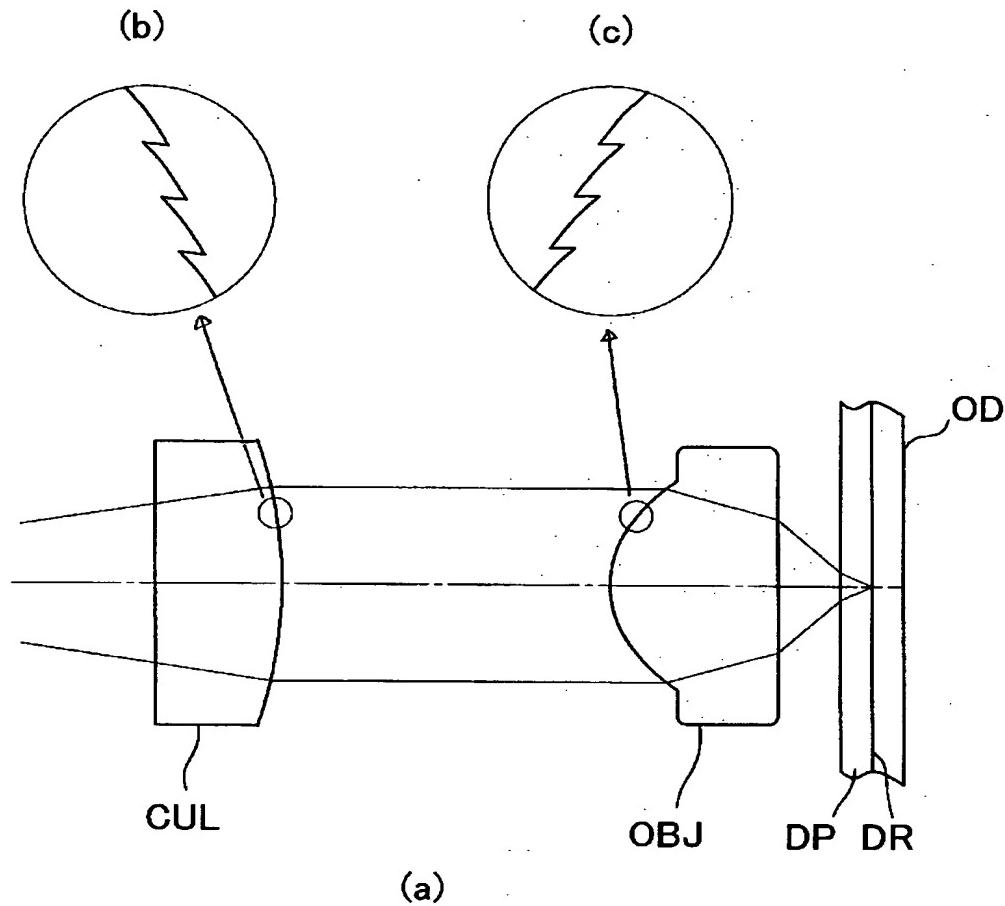
【図5】



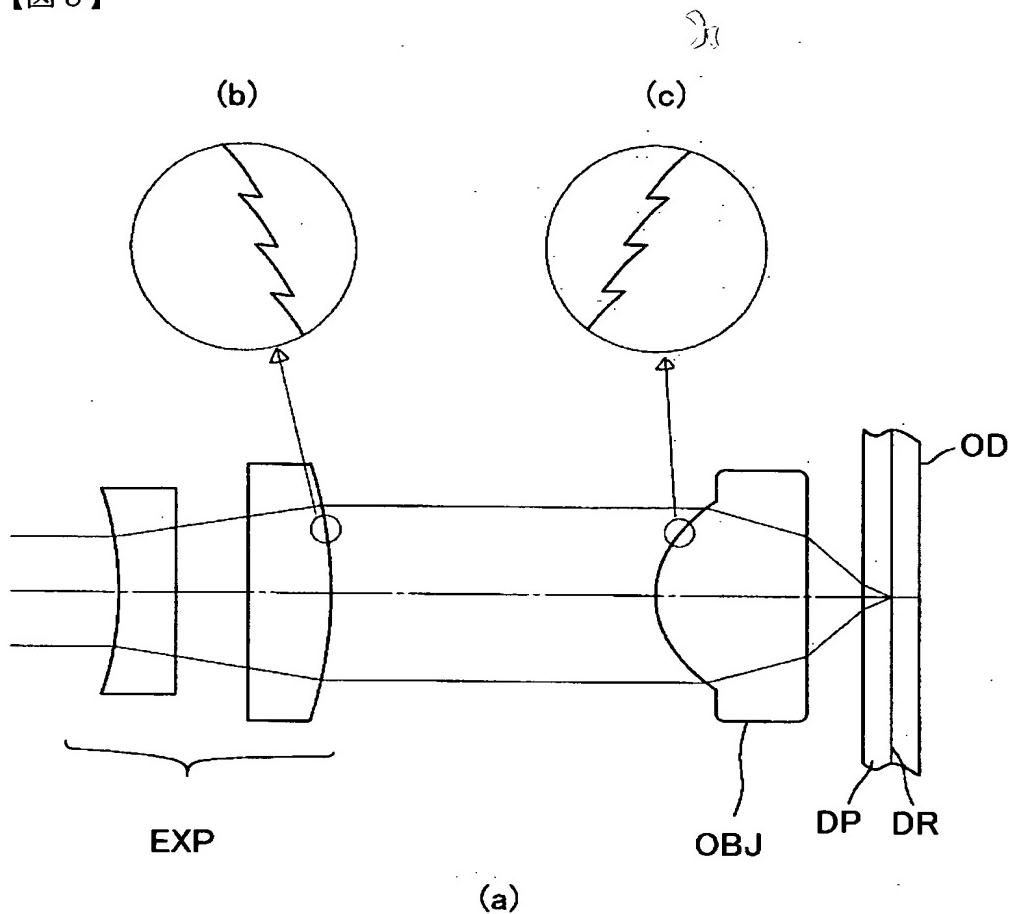
【図6】



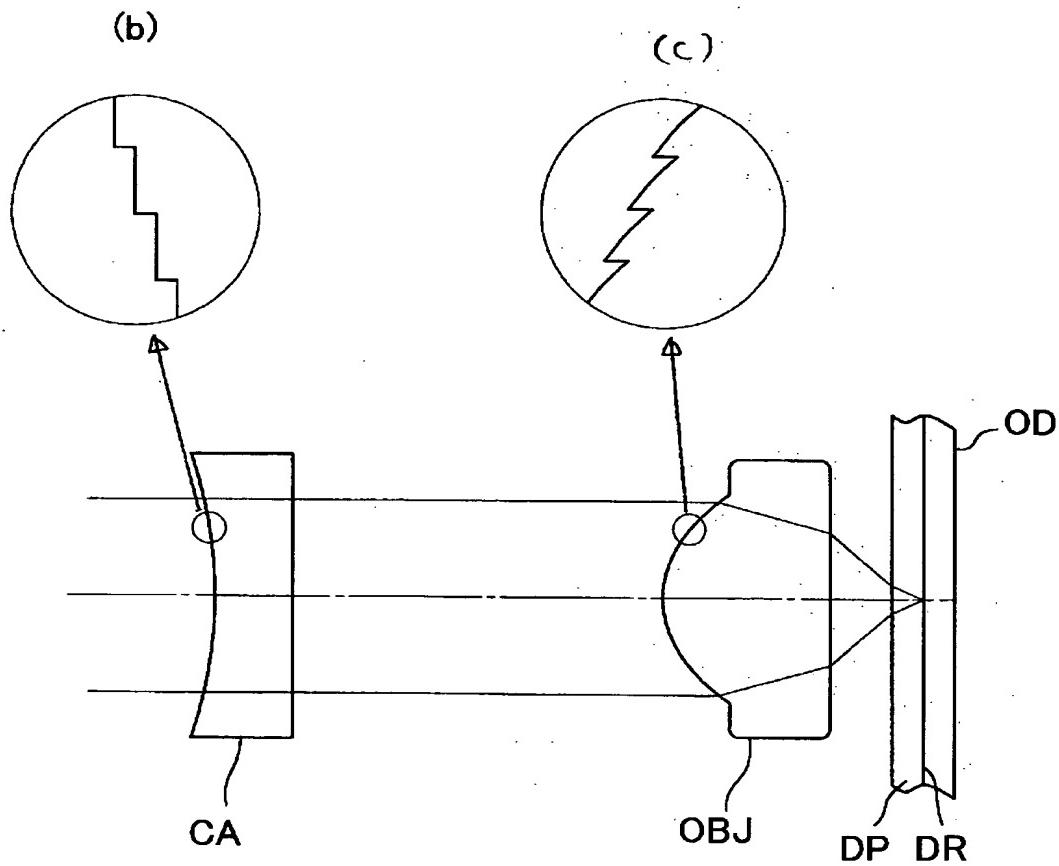
【図 7】



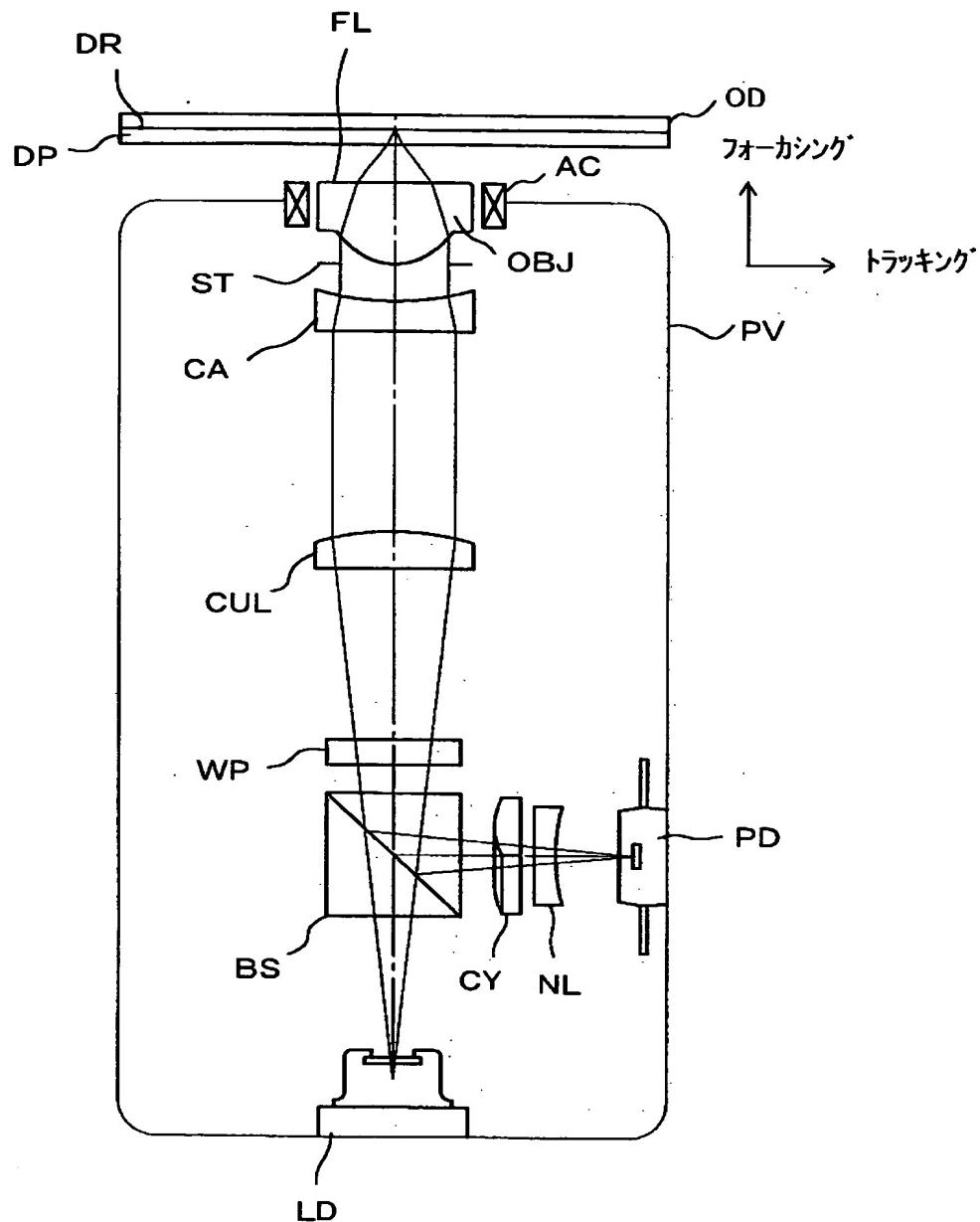
【図8】



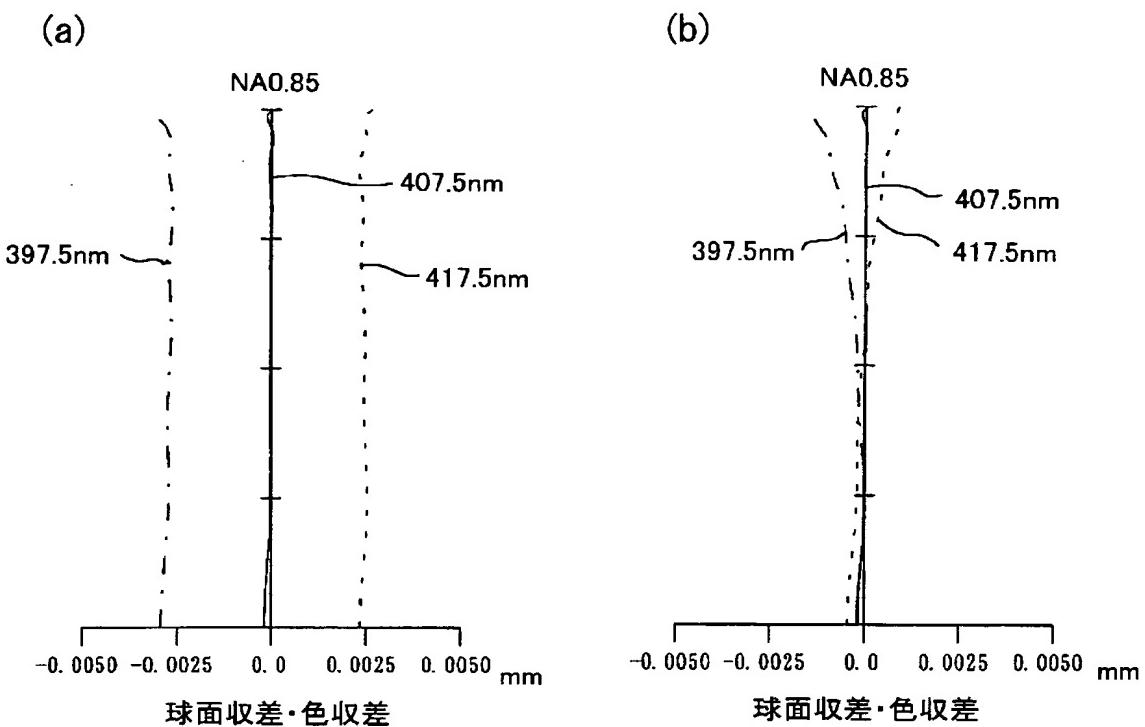
【図9】



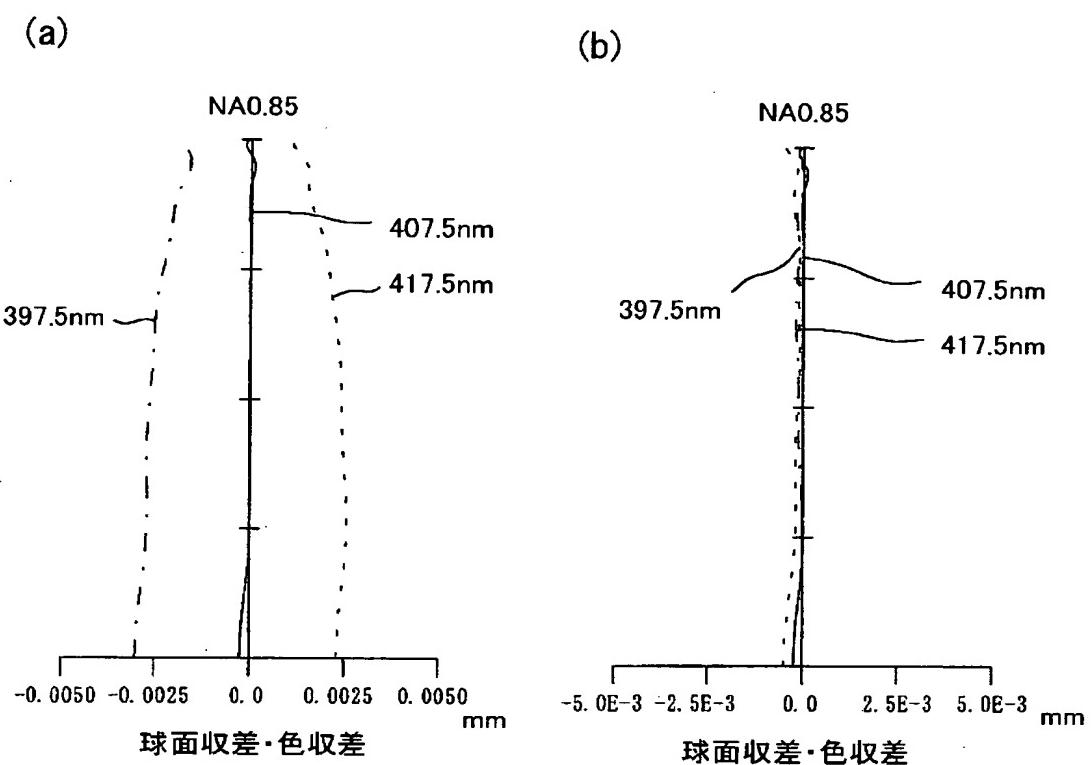
【図10】



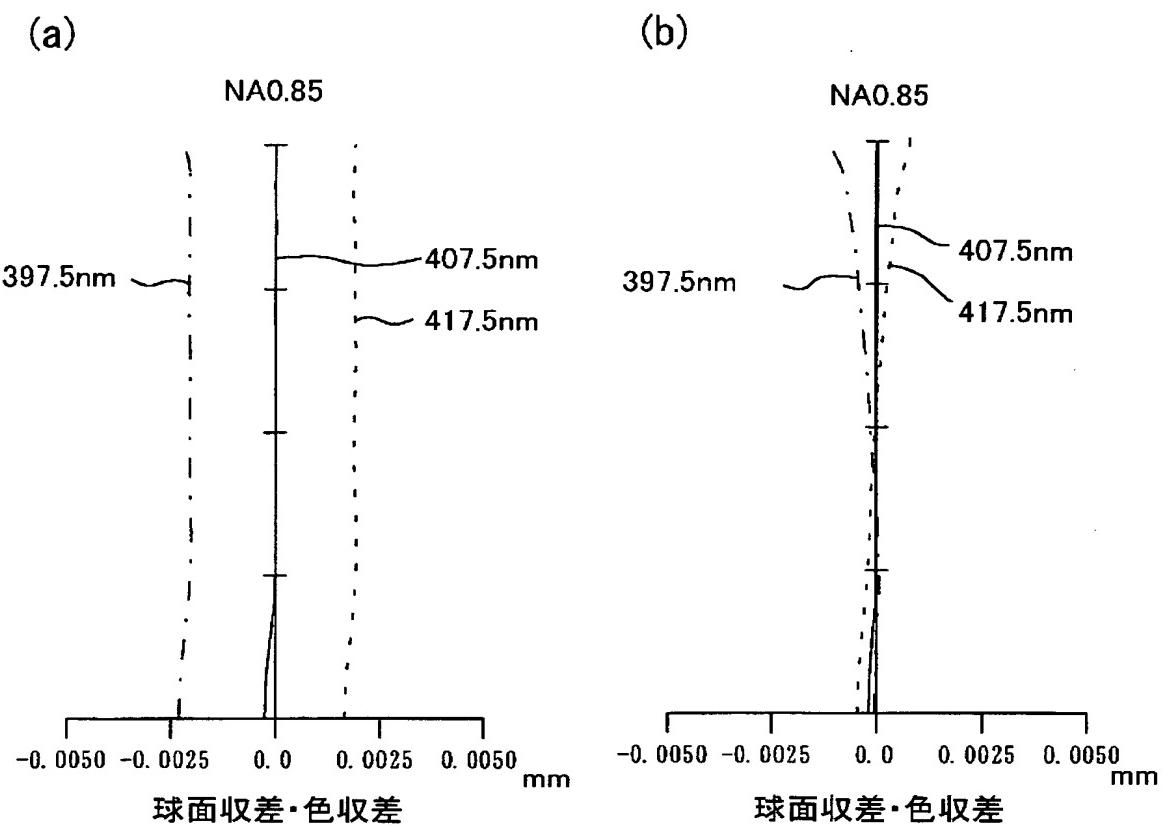
【図 1-1】



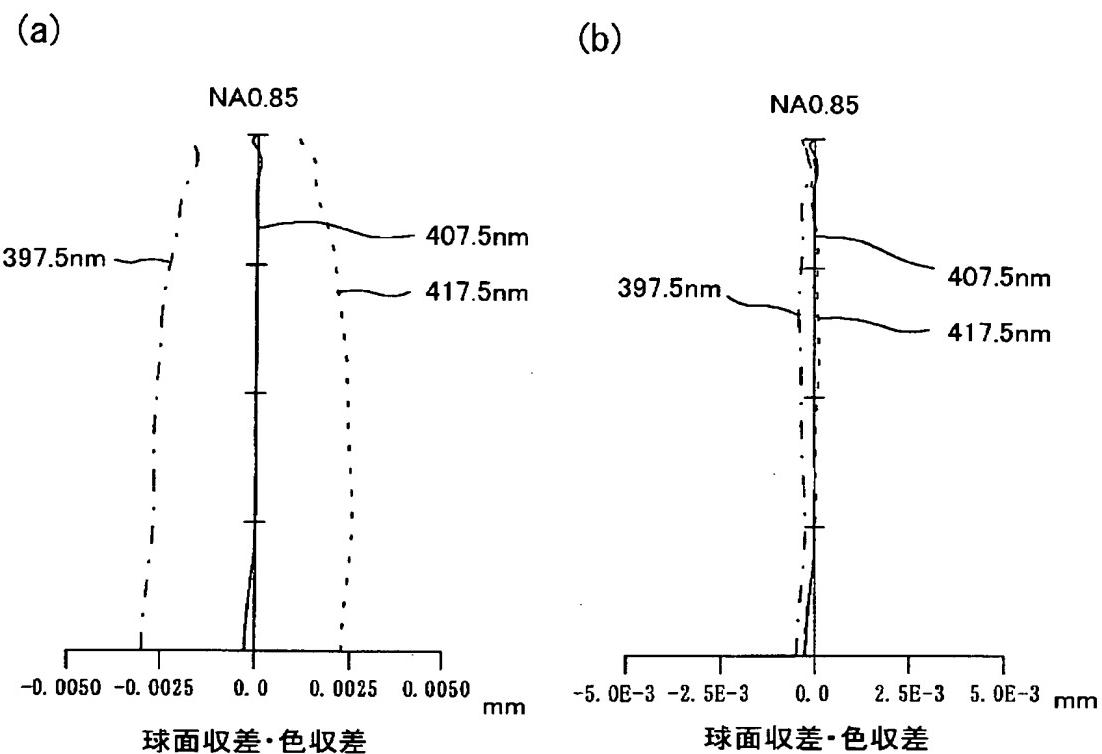
【図12】



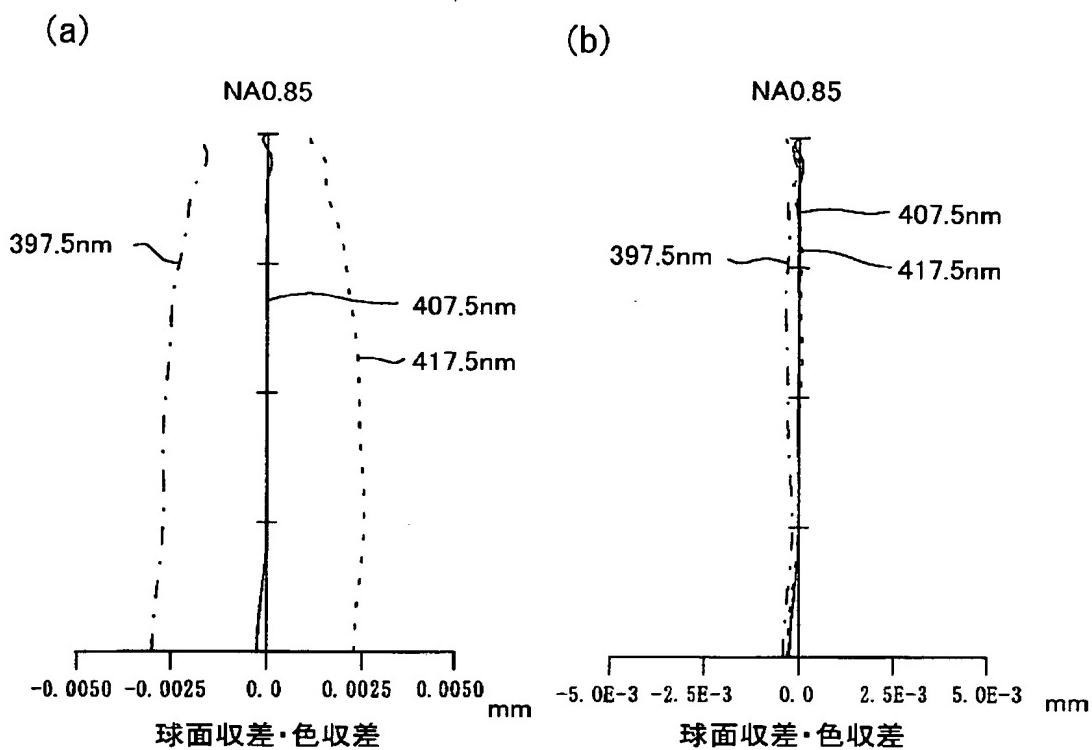
【図13】



【図14】



【図15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

波長の短い青紫色光源を使用する光ピックアップ装置に搭載される光ピックアップ装置用光学系であって、入射する光の波長が変化した場合に、球面収差の発生が十分小さく、さらに、入射する光の波長が変化した場合に、対物レンズが色収差補正素子に対して光軸に垂直方向に偏芯した場合でもコマ収差の発生が十分小さい光ピックアップ装置用光学系、この光ピックアップ装置用光学系に適用可能な対物レンズ、これらの光ピックアップ装置用光学系や対物レンズを搭載した光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】

微細な段差をもって分割された複数の輪帯から構成され、かつ、隣り合う輪帯同士が、所定の入射光に対して所定の光路差を生じるように形成された輪帯構造を、少なくとも1つの光学面上に有し、同じ設計波長、同じ材料、同じ焦点距離、同じ像側開口数、同じ倍率、同じレンズ厚さ、及び同じバックフォーカスを有し、かつ、輪帯構造を持たない屈折レンズに対して設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SARとし、対物レンズOBJに前記設計波長から10nm長い波長の光を入射させた場合のマージナル光線の球面収差の変化量を△SADとしたとき、上記(1)式を満足するような球面収差の波長依存性を持たせた。

$$\Delta S A R > \Delta S A D$$

(1)

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-337788
受付番号	50201759034
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年12月 4日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年11月21日
-------	-------------

次頁無

特願2002-337788

出願人履歴情報

識別番号 [000001270]

1. 変更年月日 1990年 8月14日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
氏 名 コニカ株式会社
2. 変更年月日 2003年 8月 4日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
氏 名 コニカミノルタホールディングス株式会社